

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2017年10月5日(05.10.2017)



(10) 国際公開番号  
WO 2017/168588 A1

- (51) 国際特許分類:  
**B60W 40/114** (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/060234
- (22) 国際出願日: 2016年3月29日(29.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: パイオニア株式会社(PIONEER CORPORATION) [JP/JP]; 〒1130021 東京都文京区本駒込二丁目2番8号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 新原 諒子(NIHARA, Ryoko); 〒3508555 埼玉県川越市山田2番地1 パイオニア株式会社 川越事業所内 Saitama (JP). 加藤 正浩(KATO, Masahiro); 〒3508555 埼玉県川越市山田2番地1 パイオニア株式会社 川越事業所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 中村 聡延(NAKAMURA, Toshinobu); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目1番10号

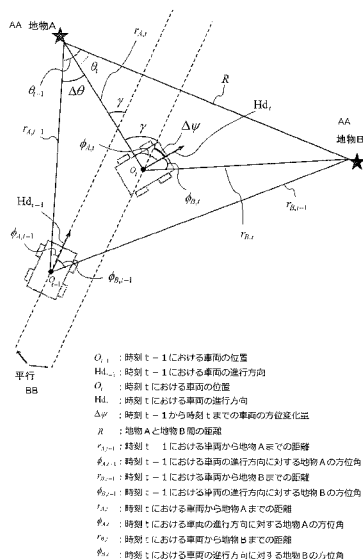
オークビル京橋3階 東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: MEASUREMENT DEVICE, MEASUREMENT METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 測定装置、測定方法、及び、プログラム



(57) Abstract: This measurement device acquires distances from a moving body to two ground objects at a first clock time and a second clock time, and angles formed between the direction of movement of the moving body and directions of the two ground objects from the moving body. On the basis of the acquired results of the first acquisition unit, a change amount in the direction of movement of the moving body from the first clock time to the second clock time is calculated.

(57) 要約: 測定装置は、第1時刻及び第2時刻それぞれにおける、移動体から2つの地物までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記2つの地物の方向と前記移動体の進行方向とがそれぞれなす角度を取得する。そして、前記第1取得部の取得結果に基づき、前記第1時刻から前記第2時刻までの前記移動体の進行方向の変化量を算出する。

$O_{t-1}$ : 時刻  $t-1$  における車両の位置  
 $Hd_{t-1}$ : 時刻  $t-1$  における車両の進行方向  
 $O_t$ : 時刻  $t$  における車両の位置  
 $Hd_t$ : 時刻  $t$  における車両の進行方向  
 $\Delta\psi$ : 時刻  $t-1$  から時刻  $t$  までの車両の方位変化量  
 $R$ : 地物 A と地物 B 間の距離  
 $r_{A,t-1}$ : 時刻  $t-1$  における車両から地物 A までの距離  
 $\phi_{A,t-1}$ : 時刻  $t-1$  における車両の進行方向に対する地物 A の方位角  
 $r_{B,t-1}$ : 時刻  $t-1$  における車両から地物 B までの距離  
 $\phi_{B,t-1}$ : 時刻  $t-1$  における車両の進行方向に対する地物 B の方位角  
 $r_{A,t}$ : 時刻  $t$  における車両から地物 A までの距離  
 $\phi_{A,t}$ : 時刻  $t$  における車両の進行方向に対する地物 A の方位角  
 $r_{B,t}$ : 時刻  $t$  における車両から地物 B までの距離  
 $\phi_{B,t}$ : 時刻  $t$  における車両の進行方向に対する地物 B の方位角  
AA: Ground object  
BB: Parallel

WO 2017/168588 A1

**WO 2017/168588 A1**



---

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：測定装置、測定方法、及び、プログラム

### 技術分野

[0001] 本発明は、移動体の進行方向の変化を検出する技術に関する。

### 背景技術

[0002] 移動体の前方に存在する物体を認識して、移動体のヨーレートを補正する手法が知られている。特許文献1は、移動体の前方に存在する固定物を認識し、その固定物が自車両に対して相対的に移動する移動軌跡に基づいて、ヨーレートセンサのずれ量を補正する手法を記載している。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-66777号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載の手法では、上記の移動軌跡の他に、車速、旋回半径からのずれ量、固定物が横方向に相対的に移動する横移動量など、推定ヨーレートの算出に用いるパラメータが多く、これらのパラメータを取得するセンサのずれ量も考慮しなくてはならない。

[0005] 本発明が解決しようとする課題としては、上記のものが例として挙げられる。本発明は、1つのセンサで移動体の方位角を算出し、進行方向の変化量を得ることが可能な測定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

[0006] 請求項1に記載の発明は、測定装置であって、第1時刻及び第2時刻それぞれにおける、移動体から2つの地物までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記2つの地物の方向と前記移動体の進行方向とがそれぞれなす角度を取得する第1取得部と、前記第1取得部の取得結果に基づき、前記第1時刻から前記第2時刻までの前記移動体の進行方向の変化量を算出する算出

部と、を備えることを特徴とする。

[0007] 請求項 7 に記載の発明は、測定装置により実行される測定方法であって、第 1 時刻及び第 2 時刻それぞれにおける、移動体から 2 つの地物までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記 2 つの地物の方向と前記移動体の進行方向とがそれぞれなす角度を取得する第 1 取得工程と、前記第 1 取得工程の取得結果に基づき、前記第 1 時刻から前記第 2 時刻までの前記移動体の進行方向の変化量を算出する算出工程と、を備えることを特徴とする。

[0008] 請求項 8 に記載の発明は、コンピュータを備える測定装置によって実行されるプログラムであって、第 1 時刻及び第 2 時刻それぞれにおける、移動体から 2 つの地物までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記 2 つの地物の方向と前記移動体の進行方向とがそれぞれなす角度を取得する第 1 取得部、前記第 1 取得部の取得結果に基づき、前記第 1 時刻から前記第 2 時刻までの前記移動体の進行方向の変化量を算出する算出部、として前記コンピュータを機能させることを特徴とする。

### 図面の簡単な説明

- [0009] [図1]第 1 実施例の第 1 例による方位角変化量の算出方法を示す。  
[図2]第 1 実施例の第 2 例による方位角変化量の算出方法を示す。  
[図3]第 1 実施例による係数更新装置の構成を示すブロック図である。  
[図4]第 1 実施例による係数更新処理のフローチャートである。  
[図5]第 2 実施例による方位角変化量の算出方法を示す。  
[図6]地図座標系及び車両座標系を説明する図である。  
[図7]第 2 実施例による車両の方位角の算出方法を示す。  
[図8]第 2 実施例による係数更新装置の構成を示すブロック図である。  
[図9]第 2 実施例による係数更新処理のフローチャートである。  
[図10]3 つの地物と移動車両との位置関係の例を示す。  
[図11]3 つの地物と移動車両との位置関係の他の例を示す。

### 発明を実施するための形態

[0010] 本発明の好適な実施形態では、第 1 時刻及び第 2 時刻それぞれにおける、

移動体から2つの地物までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記2つの地物の方向と前記移動体の進行方向とがそれぞれなす角度を取得する第1取得部と、前記第1取得部の取得結果に基づき、前記第1時刻から前記第2時刻までの前記移動体の進行方向の変化量を算出する算出部と、を備える。

[0011] 上記の測定装置は、第1時刻及び第2時刻それぞれにおける、移動体から2つの地物までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記2つの地物の方向と前記移動体の進行方向とがそれぞれなす角度を取得する。そして、前記第1取得部の取得結果に基づき、前記第1時刻から前記第2時刻までの前記移動体の進行方向の変化量を算出する。これにより、移動体から計測できる任意の地物を利用して、移動体の進行方向の変化量を算出することができる。

[0012] 上記の測定装置の一態様は、前記2つの地物間の距離を取得する第2取得部を更に備え、前記算出部は、前記第1取得部及び前記第2取得部の取得結果に基づき、前記第1時刻から前記第2時刻までの前記移動体の進行方向の変化量を算出する。この態様では、2つの地物間の距離を取得し、これを用いて移動体の進行方向の変化量を算出する。この場合の好適な例では、前記第2取得部は、前記2つの地物までの距離、及び、前記移動体の進行方向と前記2つの地物それぞれの方向とがなす角に基づいて、前記2つの地物間の距離を取得する。他の好適な例では、前記第2取得部は、地図情報に基づいて、前記2つの地物間の距離を取得する。

[0013] 上記の測定装置の他の一態様は、前記変化量に基づき算出される、単位時間あたりの前記進行方向の変化量に基づき、前記移動体に搭載される角速度センサの前記第2時刻における出力結果から前記移動体のヨーレートを算出するための第1情報を補正する補正部を更に備える。この態様では、単位時間あたりの前記進行方向の変化量に基づいて、移動体のヨーレートを算出するための第1情報を補正する。好適な例では、前記第1情報は、前記角速度センサの感度及びオフセットを含む。

[0014] 本発明の他の好適な実施形態では、測定装置により実行される測定方法は、第1時刻及び第2時刻それぞれにおける、移動体から2つの地物までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記2つの地物の方向と前記移動体の進行方向とがそれぞれなす角度を取得する第1取得工程と、前記第1取得工程の取得結果に基づき、前記第1時刻から前記第2時刻までの前記移動体の進行方向の変化量を算出する算出工程と、を備える。これにより、移動体から計測できる任意の地物を利用して、移動体の進行方向の変化量を算出することができる。

[0015] 本発明の他の好適な実施形態では、コンピュータを備える測定装置によって実行されるプログラムは、第1時刻及び第2時刻それぞれにおける、移動体から2つの地物までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記2つの地物の方向と前記移動体の進行方向とがそれぞれなす角度を取得する第1取得部、前記第1取得部の取得結果に基づき、前記第1時刻から前記第2時刻までの前記移動体の進行方向の変化量を算出する算出部、として前記コンピュータを機能させる。これにより、移動体から計測できる任意の地物を利用して、移動体の進行方向の変化量を算出することができる。このプログラムは、記憶媒体に記憶して利用することができる。

## 実施例

[0016] 以下、図面を参照して本発明の好適な実施例について説明する。

[0017] [1] 背景

従来のカーナビゲーション装置に搭載されている自車位置推定システムでは、車速パルスから算出される速度とジャイロセンサの出力から算出される方位角を用いて車両の移動状態を測定し、GPS情報と統合することにより現在位置を推定する複合航法システムが用いられている。複合航法システムによる自車位置推定精度向上のためには、車体速度と方位角（ヨー角）を正確に把握する必要がある。

[0018] ジャイロセンサの感度とオフセットは温度や振動などによって変化する特性がある。そのため、それらの誤差を含んだ状態で角速度を積分すると、誤

差が蓄積し、計算される方位角は実際の値から大きくずれてしまう。従って、方位角を高精度に推定するためには、ジャイロセンサの感度とオフセットを継続的に補正することが必要である。

[0019] 従来のカーナビゲーション装置では、GPS情報に基づく方位変化量を用いて感度とオフセットの補正を行っている。そのため、都市部のようなGPSの受信状態の悪い環境では補正の精度が劣化する。また、トンネルや地下駐車場のようGPS測位ができない環境では補正ができない。よって、GPSの受信状態に関わらず、継続的に感度とオフセットの補正を行うことが要求される。

[0020] 本実施例による係数更新装置は、GPS情報を用いずに、外界センサによる地物の計測結果に基づいて車両の方位変化量を算出し、ジャイロセンサの感度とオフセットを補正する。外界センサとしては、カメラやLiDAR (Light Detection And Ranging)、ミリ波レーダーなどが挙げられる。

[0021] 具体的には、係数更新装置は、以下の工程によりジャイロセンサの感度及びオフセットを補正する。

(1) 時刻  $t - 1$  及び時刻  $t$  において、2つの地物を検出する。

(2) 各時刻の地物計測結果に基づいて、時刻  $t - 1$  から時刻  $t$  の間の車両の方位角の変化量を算出する。

(3) 逐次最小二乗法により、感度係数とオフセット係数を推定する。

[0022] [2] ジャイロセンサの感度とオフセットの推定方法

真の角速度  $\psi_{\text{dot}(t)}$  と、ジャイロセンサで検出する角速度  $\omega_t$  との関係は、感度係数  $\alpha$  とオフセット係数  $\beta$  を用いて次のように表すことができる。

[0023] [数1]

$$\psi_{\text{dot}(t)} = \alpha \omega_t + \beta \quad (1)$$

$\psi_{\text{dot}(t)}$  : 時刻  $t$  における真の角速度

$\omega_t$  : 時刻  $t$  におけるジャイロセンサで検出する角速度

外界センサによる地物計測値から、車両の方位角の変化量（以下、「方位角変化量」と呼ぶ。） $\Delta \psi_L$ を取得できた場合、これをその時間間隔 $\Delta t$ で除することにより、次のように角速度を算出する。

[0024] [数2]

$$\psi_{\text{dot}(t)_{L,t}} = \frac{\Delta \psi_L}{\Delta t} \quad (2)$$

$\psi_{\text{dot}(t)_{L,t}}$ ：時刻 $t$ における外界センサで検出する角速度

$\Delta \psi_L$ ：外界センサで検出する、時刻 $t-1$ から時刻 $t$ の間の車両の方位変化量

$\Delta t$ ：時間間隔

外界センサによる地物計測値から求めた角速度（「計測ヨーレート」とも呼ぶ。）を真の角速度とみなすと、次のように表すことができる。

[0025] [数3]

$$\psi_{\text{dot}(t)_{L,t}} = \alpha \omega_t + \beta \quad (3)$$

$\alpha$ ：ジャイロ感度係数

$\beta$ ：ジャイロオフセット係数

よって、次のように置くと、

[0026] [数4]

$$\begin{aligned} y_t &= \psi_{\text{dot}(t)_{L,t}} \\ x_t &= \omega_t \end{aligned} \quad (4)$$

以下の1次式で表すことができる。

[0027] [数5]

$$y_t = \alpha x_t + \beta \quad (5)$$

従って、 $x_t$ と $y_t$ の複数のデータがあれば、逐次最小二乗法等により、 $\alpha$

と $\beta$ を求めることができる。即ち、外界センサを用いて車両の方位角変化量 $\Delta\Psi$ を取得できれば、ジャイロセンサの感度とオフセットを推定することができる。

[0028] [3] 方位角変化量の算出方法

以下、外界センサを用いて車両の方位角変化量 $\Delta\Psi$ を求める方法を説明する。

[0029] [3. 1] 第1実施例

第1実施例は、外界センサによる地物の測定値を用いて方位角変化量 $\Delta\Psi$ を求めるものである。

[0030] [3. 1. 1] 方位角変化量の算出方法（第1例）

時刻 $t-1$ 及び時刻 $t$ において、同一の地物を2つ以上計測できたとき、その計測結果を用いて車両の方位角変化量を算出することができる。ここで、外界センサからは、自車両に対する地物の相対距離と相対角度（ $r$ 、 $\phi$ ）が取得できるものとする。図1は、第1実施例の第1例により車両の方位角変化量を算出する方法を説明する図である。図1の例では、時刻 $t-1$ と時刻 $t$ において、外界センサにより地物Aと地物Bが計測できたものとする。なお、第1例では、各時刻において、外界センサにより同じ2つの地物を計測できることが必要である。

[0031] 車両の方位角変化量 $\Delta\Psi$ は、時刻 $t-1$ 及び時刻 $t$ における地物Aの方位角 $\phi_{A, t-1}$ 、 $\phi_{A, t}$ と、図1における角度 $\Delta\theta$ 、 $\gamma$ を用いて、以下のように算出することができる。

[0032] まず、三角形の内角と外角の関係から、

[0033] [数6]

$$\begin{aligned}\gamma &= \phi_{A, t-1} + \Delta\theta \\ &= \phi_{A, t-1} - \theta_{t-1} + \theta_t\end{aligned}\quad (6)$$

が得られる。従って、方位角変化量 $\Delta\Psi$ は、

[0034]

[数7]

$$\begin{aligned}\Delta\psi &= \phi_{A,t} - \gamma \\ &= \phi_{A,t} - \phi_{A,t-1} + \theta_{t-1} - \theta_t\end{aligned}\quad (7)$$

で得られる。

[0035] ここで、角度  $\theta_{t-1}$  は、余弦定理より、

[0036] [数8]

$$\begin{aligned}r_{B,t-1}^2 &= R^2 + r_{A,t-1}^2 - 2Rr_{A,t-1}\cos\theta_{t-1} \\ \Leftrightarrow \cos\theta_{t-1} &= \frac{R^2 + r_{A,t-1}^2 - r_{B,t-1}^2}{2Rr_{A,t-1}} \\ \Leftrightarrow \theta_{t-1} &= \arccos\left(\frac{R^2 + r_{A,t-1}^2 - r_{B,t-1}^2}{2Rr_{A,t-1}}\right)\end{aligned}\quad (8)$$

となる。同様に、角度  $\theta_t$  は、

[0037] [数9]

$$\begin{aligned}r_{B,t}^2 &= R^2 + r_{A,t}^2 - 2Rr_{A,t}\cos\theta_t \\ \Leftrightarrow \cos\theta_t &= \frac{R^2 + r_{A,t}^2 - r_{B,t}^2}{2Rr_{A,t}} \\ \Leftrightarrow \theta_t &= \arccos\left(\frac{R^2 + r_{A,t}^2 - r_{B,t}^2}{2Rr_{A,t}}\right)\end{aligned}\quad (9)$$

となる。

[0038] よって、外界センサにより得られた方位角  $\phi_{A,t-1}$ 、 $\phi_{A,t}$  と、上記の式（8）、（9）により得られた角度  $\theta_{t-1}$ 、 $\theta_t$  を式（7）に代入することにより、方位角変化量  $\Delta\psi$  を算出することができる。

[0039] [3. 1. 2] 方位角変化量の算出方法（第2例）

上記の第1例は地物A側の角度を用いたが、地物B側の角度を用いても同様に方位角変化量  $\Delta\psi$  を算出することができる。図2は、第1実施例の第2

例により車両の方位角変化量を算出する方法を説明する図である。図2の例でも、時刻  $t-1$  と時刻  $t$  において、外界センサにより地物Aと地物Bが計測できたものとする。なお、第2例でも、各時刻において、外界センサにより同じ2つの地物を計測できることが必要である。

[0040] 車両の方位角変化量  $\Delta\Psi$  は、時刻  $t-1$  及び時刻  $t$  における地物Aの方位角  $\phi_{B,t-1}$ 、 $\phi_{B,t}$  と、図2における角度  $\Delta\theta'$ 、 $\gamma'$  を用いて、以下のよう

に算出することができる。

[0041] まず、三角形の内角と外角の関係から、

[0042] [数10]

$$\begin{aligned}\gamma' &= \pi - \phi_{B,t-1} - \Delta\theta' \\ &= \pi - \phi_{B,t-1} - \theta'_{t-1} + \theta'_t\end{aligned}\quad (10)$$

が得られる。

[0043] 従って、方位角変化量  $\Delta\Psi$  は、

[0044] [数11]

$$\begin{aligned}\Delta\Psi &= \pi - \phi_{B,t} - \gamma' \\ &= \phi_{B,t} - \phi_{B,t-1} + \theta'_{t-1} - \theta'_t\end{aligned}\quad (11)$$

で得られる。

[0045] ここで、角度  $\theta'_{t-1}$  は、余弦定理より、

[0046] [数12]

$$\begin{aligned}r_{A,t-1}^2 &= R^2 + r_{B,t-1}^2 - 2Rr_{B,t-1}\cos\theta'_{t-1} \\ \Leftrightarrow \cos\theta'_{t-1} &= \frac{R^2 + r_{B,t-1}^2 - r_{A,t-1}^2}{2Rr_{B,t-1}} \\ \Leftrightarrow \theta'_{t-1} &= \arccos\left(\frac{R^2 + r_{B,t-1}^2 - r_{A,t-1}^2}{2Rr_{B,t-1}}\right)\end{aligned}\quad (12)$$

となる。同様に、角度  $\theta'_t$  は、

[0047] [数13]

$$\begin{aligned}
 r_{A,t}^2 &= R^2 + r_{B,t}^2 - 2Rr_{B,t} \cos \theta'_t \\
 \Leftrightarrow \cos \theta'_t &= \frac{R^2 + r_{B,t}^2 - r_{A,t}^2}{2Rr_{B,t}} \\
 \Leftrightarrow \theta'_t &= \arccos \left( \frac{R^2 + r_{B,t}^2 - r_{A,t}^2}{2Rr_{B,t}} \right) \quad (13)
 \end{aligned}$$

となる。

[0048] よって、外界センサにより得られた方位角  $\phi_{B, t-1}$ 、 $\phi_{B, t}$  と、上記の式 (12)、(13) により得られた角度  $\theta'_{t-1}$ 、 $\theta'_t$  を式 (11) に代入することにより、方位角変化量  $\Delta\psi$  を算出することができる。

[0049] [3. 1. 3] 地物計測値

上記の第1例及び第2例では、外界センサから地物の相対距離  $r$  と地物の相対角度  $\phi$  が取得できるものとしているが、地物の相対距離  $r$  と相対角度  $\phi$  ではなく、地物の相対位置 ( $x$ ,  $y$ ) が取得できる場合には、以下の式によって相対位置 ( $x$ ,  $y$ ) から相対距離  $r$  及び相対角度  $\phi$  を求めて使用すればよい。

[0050] [数14]

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad \phi = \text{atan2}(y, x) \quad (14)$$

[3. 1. 4] 地物間の距離

上記の第1例及び第2例では、式 (8)、(9)、(12)、(13) において2つの地物間の距離  $R$  を使用している。地物間の距離  $R$  は以下の方法により取得することができる。

[0051] まず、地物間の距離  $R$  は、外界センサによる地物計測値を用いて算出することができる。具体的に、外界センサから自車両に対する地物の相対距離  $r$  と相対角度  $\phi$  が取得できる場合、余弦定理により地物間の距離  $R$  は以下のように算出できる。

[0052] [数15]

$$R = \sqrt{r_A^2 + r_B^2 - 2r_A r_B \cos(\phi_A + \phi_B)} \quad (15)$$

一方、外界センサから自車両に対する地物の相対位置（ $x$ ， $y$ ）が取得できる場合、地物間の距離 $R$ は以下のように算出できる。

[0053] [数16]

$$R = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2} \quad (16)$$

また、地物の位置情報を有する高精度地図を利用できる場合には、高精度地図から地物間の距離 $R$ を取得しても良い。外界センサによる地物計測値から地物間距離を算出する場合は、計測精度によって地物間距離の精度も変わってしまう。つまり、計測精度が悪いと、算出される地物間距離の精度も悪くなり、後で計算する車両の方位角変化量の精度も悪くなる。高精度地図を用いると、この問題を回避することができ、得られる車両の方位角変化量の精度も向上させることができる。

[0054] [3. 1. 5] 係数更新装置

次に、ジャイロセンサの感度係数 $\alpha$ 及びオフセット係数 $\beta$ を更新する係数更新装置について説明する。図3は、第1実施例による係数更新装置10の構成を示すブロック図である。図示のように、係数更新装置10は、ジャイロセンサ11と、外界センサ12と、進行方向取得部13と、地物計測部14と、地物間距離計算部15と、係数計算部16と、方位角変化量計算部17とを備える。なお、進行方向取得部13、地物計測部14、地物間距離計算部15、係数計算部16、及び、方位角変化量計算部17は、CPUなどのコンピュータが予め用意されたプログラムを実行することにより実現することができる。

[0055] ジャイロセンサ11は、検出した角速度 $\omega_t$ を進行方向取得部13及び係数計算部16へ供給する。進行方向取得部13は、ジャイロセンサ11から供給された角速度 $\omega_t$ に基づいて車両の進行方向 $H_d$ を取得し、地物計測部14

に供給する。

[0056] 外界センサ12は、例えばカメラ、LiDAR、ミリ波レーダーなどである。地物計測部14は、外界センサ12の出力に基づいて地物までの距離及び地物との角度を計測する。具体的には、地物計測部14は、時刻 $t-1$ において、車両から2つの地物A、Bまでの距離（相対距離） $r_{A,t-1}$ 、 $r_{B,t-1}$ を計測するとともに、進行方向取得部13から供給された車両の進行方向 $Hd_{t-1}$ に対する2つの地物A、Bの方位角（相対角度） $\phi_{A,t-1}$ 、 $\phi_{B,t-1}$ を算出し、地物間距離計算部15及び方位角変化量計算部17に供給する。また、地物計測部14は、時刻 $t$ において、車両から2つの地物A、Bまでの距離 $r_{A,t}$ 、 $r_{B,t}$ を計測するとともに、進行方向取得部13から供給された車両の進行方向 $Hd_t$ に対する2つの地物A、Bの方位角 $\phi_{A,t}$ 、 $\phi_{B,t}$ を算出し、地物間距離計算部15及び方位角変化量計算部17に供給する。

[0057] 地物間距離計算部15は、地物計測部14が計測した2つの地物A、Bの距離 $r_A$ 、 $r_B$ 及び方位角 $\phi_A$ 、 $\phi_B$ に基づいて、前述の式（15）により地物A、B間の地物間距離 $R$ を算出して方位角変化量計算部17へ供給する。なお、高精度地図を利用できる場合は、地物間距離計算部15は、高精度地図から地物間距離 $R$ を取得しても良い。

[0058] 方位角変化量計算部17は、地物計測部14から供給された方位角 $\phi_{A,t-1}$ 、 $\phi_{B,t-1}$ 、 $\phi_{A,t}$ 、 $\phi_{B,t}$ 、及び、地物間距離計算部15が算出した地物間距離 $R$ に基づいて、前述の式（7）～（9）又は式（11）～（13）により、車両の方位角変化量 $\Delta\psi$ を算出して係数計算部16に供給する。

[0059] 係数計算部16は、ジャイロセンサ11から供給された角速度 $\omega_t$ と、方位角変化量計算部17から供給された方位角変化量 $\Delta\psi$ に基づいて、前述の式（2）～（3）により、ジャイロセンサの感度係数 $\alpha$ 及びオフセット係数 $\beta$ を算出し、更新する。

[0060] 上記の構成において、地物計測部14は本発明の第1取得部の一例であり、方位角変化量計算部17は本発明の算出部の一例であり、地物間距離計算部15は本発明の第2取得部の一例であり、係数計算部は本発明の補正部の

一例である。また、方位角変化量は本発明における進行方向の変化量に相当する。

[0061] [3. 1. 6] 係数更新処理

次に、上記の係数更新装置 10 による係数更新処理について説明する。図 4 は、係数更新処理のフローチャートである。なお、以下の説明では、前述した方位角変化量の算出方法の第 1 例を使用するものとする。

[0062] まず、係数更新装置 10 は、外界センサ 12 により地物 A、B を検出し（ステップ S 10）、前述の式（9）により角度  $\theta_t$  を算出する（ステップ S 11）。次に、係数更新装置 10 は、 $flag = 1$  であるか否かを判定する（ステップ S 12）。なお、「 $flag$ 」は処理の開始時に「0」にリセットされている。 $flag = 1$  でない場合（ステップ S 12：NO）、係数更新装置 10 は  $flag$  に「1」をセットし（ステップ S 13）、ステップ S 10 へ戻る。

[0063] 一方、 $flag = 1$  である場合（ステップ S 12：YES）、2 つの時刻において地物 A、B が検出され、角度  $\theta_{t-1}$ 、 $\theta_t$  が得られているので、係数更新装置 10 は、1 時刻前の地物 A の方位角  $\phi_{A, t-1}$  及び角度  $\theta_{t-1}$  と、現在時刻の地物 A の方位角  $\phi_{A, t}$  及び角度  $\theta_t$  から、前述の式（7）を用いて方位角変化量  $\Delta\psi$  を算出する（ステップ S 14）。

[0064] 次に、係数更新装置 10 は、方位角変化量  $\Delta\psi$  と時間間隔  $\Delta t$  から、式（2）を用いて真の角速度（計測ヨーレート） $\psi_{dot(t)}$  を算出し（ステップ S 15）、得られた計測ヨーレート  $\psi_{dot(t)}$  とジャイロセンサの出力  $\omega_t$  から、前述の式（3）により感度係数  $\alpha$  とオフセット係数  $\beta$  を算出して更新する（ステップ S 16）。

[0065] [3. 2] 第 2 実施例

[3. 2. 1] 方位角変化量の算出方法

第 2 実施例では、高精度地図と外界センサによる地物計測結果とを用いて車両の方位角変化量を算出する。図 5 は、第 2 実施例による方位角変化量の算出方法を説明する図である。図 5 では、地図座標系（ $X_m$ ,  $Y_m$ ）上に車両

の位置を示している。ここで、地図座標系と車両座標系との関係を図6に示す。図6(A)に示すように、地図座標系は $X_m$ 軸と $Y_m$ 軸により規定される。一方、図6(B)に示すように、車両座標系は、車両の前後方向を示す $X_v$ 軸と、車両の左右方向を示す $Y_v$ 軸と、車両の上下方向を示す $Z_v$ 軸により規定される。

[0066] 図5に戻り、第2実施例では、まず、時刻 $t-1$ で、外界センサを用いて高精度地図に登録されている地物を少なくとも2つ計測する。図5の例では、地物Aと地物Bが計測される。そして、高精度地図から得られる地物A、Bの位置情報と、外界センサによる計測結果から車両の方位角 $\psi_{t-1}$ を算出する。

[0067] 次に、時刻 $t$ においても同様に、外界センサを用いて高精度地図に登録されている地物を少なくとも2つ計測する。図5の例では、地物Cと地物Dが計測される。そして、高精度地図から得られる地物C、Dの位置情報と、外界センサによる計測結果から車両の方位角 $\psi_t$ を算出する。

[0068] 次に、各時刻における車両の方位角 $\psi_{t-1}$ 、 $\psi_t$ の差分から、下記の式により、時刻 $t-1$ から時刻 $t$ の間の車両の方位角の変化量 $\Delta\psi$ を求める。

[0069] [数17]

$$\Delta\psi = \psi_t - \psi_{t-1} \quad (17)$$

なお、第2実施例においては、車両の方位角は各時刻で独立に計算できるので、時刻 $t-1$ と時刻 $t$ で外界センサにより同じ2つの地物を検出できる必要はない。図5の例では、外界センサは、時刻 $t-1$ では地物A、Bを検出しており、時刻 $t$ では地物A、Bとは異なる地物C、Dを検出している。

[0070] 次に、各時刻における車両の方位角の算出方法について説明する。図7は、第2実施例による車両の方位角の計算方法を示す。いま、高精度地図から地物Aの位置( $x_{mA}$ ,  $y_{mA}$ )と地物Bの位置( $x_{mB}$ ,  $y_{mB}$ )を取得でき、外界センサを用いて自車両に対する地物Aの相対位置( $x_{vA}$ ,  $y_{vA}$ )と地物Bの相対位置( $x_{vB}$ ,  $y_{vB}$ )を取得できるものとする。地物Bから地物Aへの

ベクトル  $p$  は、地図座標系においては、

$$\begin{bmatrix} x_{mA} - x_{mB} & y_{mA} - y_{mB} \end{bmatrix}^T$$

と表され、車両座標系においては、

$$\begin{bmatrix} x_{vA} - x_{vB} & y_{vA} - y_{vB} \end{bmatrix}^T$$

と表される。ここで、次のようにおく。

[0071] [数18]

$$\begin{bmatrix} dx_m \\ dy_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{mA} - x_{mB} \\ y_{mA} - y_{mB} \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} dx_v \\ dy_v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{vA} - x_{vB} \\ y_{vA} - y_{vB} \end{bmatrix} \quad (18)$$

地図座標系から車両座標系へ方向余弦行列  $C$  は、次のようになる。

[0072] [数19]

$$C = \begin{bmatrix} \cos \psi & \sin \psi \\ -\sin \psi & \cos \psi \end{bmatrix} \quad (19)$$

従って、

[0073] [数20]

$$\begin{bmatrix} dx_v \\ dy_v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \psi & \sin \psi \\ -\sin \psi & \cos \psi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dx_m \\ dy_m \end{bmatrix}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} dx_v = dx_m \cos \psi + dy_m \sin \psi & (20) \\ dy_v = -dx_m \sin \psi + dy_m \cos \psi & (21) \end{cases}$$

となる。

[0074] 式 (20)  $\times dx_m$  + 式 (21)  $\times dy_m$  より、

[0075]

[数21]

$$\begin{aligned} dx_m dx_v + dy_m dy_v &= (dx_m^2 + dy_m^2) \cos \psi \\ \Leftrightarrow \cos \psi &= \frac{dx_m dx_v + dy_m dy_v}{dx_m^2 + dy_m^2} \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} dy_m dx_v - dx_m dy_v &= (dx_m^2 + dy_m^2) \sin \psi \\ \Leftrightarrow \sin \psi &= \frac{dy_m dx_v - dx_m dy_v}{dx_m^2 + dy_m^2} \end{aligned} \quad (23)$$

が得られる。

[0076] また、式(20) × dy<sub>m</sub> − 式(21) × dx<sub>m</sub>より、

[0077] [数22]

$$\begin{aligned} \tan \psi &= \frac{\sin \psi}{\cos \psi} = \frac{dy_m dx_v - dx_m dy_v}{dx_m dx_v + dy_m dy_v} \\ \Leftrightarrow \psi &= \text{atan2}(dy_m dx_v - dx_m dy_v, dx_m dx_v + dy_m dy_v) \end{aligned} \quad (24)$$

が得られる。よって、式(22)～(24)を用いて、車両の方位角ψを算出することができる。

[0078] こうして、時刻t−1及び時刻tにおいてそれぞれ車両の方位角ψ<sub>t−1</sub>、ψ<sub>t</sub>を算出し、式(17)に代入することにより、車両の方位角変化量Δψを算出することができる。

[0079] [3.2.2] 係数更新装置

次に、第2実施例による係数更新装置について説明する。図8は、第2実施例による係数更新装置20の構成を示すブロック図である。図示のように、係数更新装置20は、ジャイロセンサ21と、外界センサ22と、地物計測部23と、係数計算部24と、方位角変化量計算部25と、地図データベース(DB)26とを備える。なお、地物計測部23、係数計算部24、及び、方位角変化量計算部25は、CPUなどのコンピュータが予め用意されたプログラムを実行することにより実現することができる。

- [0080] ジャイロセンサ21は、検出した角速度 $\omega_t$ を係数計算部24へ供給する。外界センサ22は、例えばカメラ、LiDAR、ミリ波レーダーなどである。地物計測部23は、外界センサ22の出力に基づいて、2つの地物の相対位置 $(x_v, y_v)$ を計測し、方位角変化量計算部25へ供給する。
- [0081] 方位角変化量計算部25は、高精度地図を記憶した地図DB26から、2つの地物の相対位置 $(x_m, y_m)$ を取得する。そして、方位角変化量計算部25は、2つの地物の相対位置 $(x_v, y_v)$ 、 $(x_m, y_m)$ を用いて、式(18)～(24)により方位角 $\Psi_t$ を算出する。この処理を異なる2つの時刻で行うことにより、方位角変化量計算部25は、方位角 $\Psi_{t-1}$ と $\Psi_t$ を算出し、式(17)により方位角変化量 $\Delta\Psi$ を算出して係数計算部24へ供給する。
- [0082] 係数計算部24は、ジャイロセンサ21から供給された角速度 $\omega_t$ と、方位角変化量計算部25から供給された方位角変化量 $\Delta\Psi$ に基づいて、前述の式(2)～(3)により、ジャイロセンサの感度係数 $\alpha$ 及びオフセット係数 $\beta$ を算出し、更新する。
- [0083] [3.2.3] 係数更新処理
- 次に、第2実施例による係数更新処理について説明する。図9は、第2実施例による係数更新処理のフローチャートである。
- [0084] まず、係数更新装置20は、外界センサ12により2つの地物の位置を取得する(ステップS20)。次に、係数更新装置20は、地図DB26に記憶されている高精度地図から、それら2つの地物の位置を取得する(ステップS21)。次に、係数更新装置20は、外界センサより取得した2つの地物の位置と、高精度地図より取得した2つの地物の位置に基づいて、式(18)～(24)により、方位角 $\Psi$ を算出する(ステップS22)。
- [0085] 次に、係数更新装置20は、 $flag=1$ であるか否かを判定する(ステップS23)。なお、「 $flag$ 」は処理の開始時に「0」にリセットされている。 $flag=1$ でない場合(ステップS23:NO)、係数更新装置20は $flag$ に「1」をセットし(ステップS24)、ステップS20へ

戻る。

[0086] 一方、 $flag = 1$ である場合（ステップS23：YES）、2つの時刻においてそれぞれ2つの地物が検出され、方位角 $\psi_{t-1}$ と $\psi_t$ が得られているので、係数更新装置20は、式（17）により方位角変化量 $\Delta\psi$ を算出する（ステップS25）。

[0087] 次に、係数更新装置20は、方位角変化量 $\Delta\psi$ と時間間隔 $\Delta t$ から、式（2）を用いて真の角速度（計測ヨーレート） $\psi_{dot}(t)$ を算出する（ステップS26）。そして、係数更新装置20は、計測ヨーレート $\psi_{dot}(t)$ とジャイロセンサの出力 $\omega_t$ から、前述の式（3）により感度係数 $\alpha$ とオフセット係数 $\beta$ を算出し、更新する（ステップS27）。

[0088] [4] 3つ以上の地物を計測できた場合の処理

上記の係数更新処理では2つの地物を計測しているが、同時に3つ以上の地物を計測できた場合には、以下の方法により方位角変化量 $\Delta\psi$ を算出することができる。

[0089] (A) 平均値を使用する方法

同時に3つ以上の地物を測定できた場合、方位角変化量 $\Delta\psi$ を複数通り計算し、それらを平均した値を係数の更新に使用することができる。

[0090] 例えば、地物を3個計測できた場合、図10に示すように、地物1と地物2、地物2と地物3、地物3と地物1の組み合わせを選ぶことができる。それぞれの組み合わせにおいて、前述の係数更新処理により時刻 $t-1$ から時刻 $t$ の間の方位角変化量 $\Delta\psi$ を計算する。地物1と地物2の組み合わせにより得られた方位角変化量を $\Delta\psi_{12}$ とし、地物2と地物3の組み合わせにより得られた方位角変化量を $\Delta\psi_{23}$ とし、地物3と地物1の組み合わせにより得られた方位角変化量を $\Delta\psi_{31}$ とすると、以下のようにこれらを平均した値を方位角変化量 $\Delta\psi$ として使用することができる。

[0091] [数23]

$$\Delta\psi = \frac{\Delta\psi_{12} + \Delta\psi_{23} + \Delta\psi_{31}}{3} \quad (25)$$

これにより、方位角変化量 $\Delta\Psi$ の精度を統計的に向上させることができる。

[0092] (B) 地物までの距離を考慮して2つの地物を選択する方法

同時に3つ以上の地物を計測できた場合、そのうちの信頼度の高い2つの地物の組み合わせに基づいて方位角変化量を求めることにより、高精度で方位角変化量を得ることができる。一般的に、外界センサによる計測は、距離が遠いほど精度が下がる。従って、同時に3つ以上の地物を計測できた場合、車両からの距離が近い方から2つの地物を選択し、それらに基づいて第1実施例又は第2実施例の方法により方位角変化量 $\Delta\Psi$ を求める。

[0093] 例えば、図10の例のように3つの地物1～3が計測できた場合、車両からの3つの地物までの距離は、 $L_1 < L_3 < L_2$ である。よって、係数更新装置は、車両からの距離が近い方の2つの地物、即ち、地物1及び地物3を用いて方位角変化量 $\Delta\Psi$ を求めればよい。

[0094] (C) 地物間の距離を考慮して2つの地物を選択する方法

通常、地物同士の位置が近すぎると計算精度が低下する。そこで、同時に3つ以上の地物を計測できた場合、予め決定した所定の閾値 $L_{th}$ よりも近い2つの地物の組み合わせを排除する。

[0095] 例えば、図11の例のように3つの地物1～3が計測できた場合、各地物間の距離を閾値 $L_{th}$ と比較する。図11の例では、 $L_{12} < L_{th}$ 、 $L_{23} > L_{th}$ 、 $L_{31} > L_{th}$ であるとする。この場合、地物間の距離が閾値 $L_{th}$ よりも短い組み合わせ、即ち、地物1と地物2の組み合わせを除外し、地物2と地物3の組み合わせ、及び、地物1と地物3の組み合わせを使用して方位角変化量 $\Delta\Psi$ を求めればよい。具体的には、上記の(B)の方法により車両から地物までの距離を考慮すると、地物2より地物1の方が車両から近い( $L_1 < L_2$ )ので、係数更新装置は、地物1と地物3の組み合わせに基づいて方位角変化量 $\Delta\Psi$ を求めればよい。

[0096] その代わりに、上記の(A)の方法を使用し、地物1と地物2の組み合わせにより得られる方位角変化量 $\Delta\Psi_{12}$ と地物1と地物3の組み合わせにより得られる方位角変化量 $\Delta\Psi_{31}$ との平均値を方位角変化量 $\Delta\Psi$ としても良い。

なお、上記の方法では、予め所定距離を閾値  $L_{th}$  として定めているが、その代わりに、計測された3つ以上の地物間距離の平均値を閾値  $L_{th}$  として使用しても良い。

[0097]     [5] 変形例

上記の実施例では、2つの地物の計測結果から地物間距離  $R$  を算出方法と、高精度地図の地図データを用いて地物間距離  $R$  を取得する方法のいずれかを用いているが、両者を組み合わせて使用してもよい。例えば、高精度地図データが存在するエリアにおいては高精度地図データを使用して地物間距離  $R$  を求め、高精度地図データが存在しないエリアでは地物の計測結果から地物間距離  $R$  を求めてもよい。また、車両の状況に応じて、いずれか精度の高い方で得られた地物間距離  $R$  を用いることとしてもよい。

### 産業上の利用可能性

[0098]     本発明は、移動体に搭載する装置に利用することができる。

### 符号の説明

- [0099]     1 1、2 1   ジャイロセンサ  
          1 2、2 2   外界センサ  
          1 3   進行方向取得部  
          1 4、2 3   地物計測部  
          1 5   地物間距離計算部  
          1 6、2 4   係数計算部  
          1 7、2 5   方位角変化量計算部

## 請求の範囲

- [請求項1] 第1時刻及び第2時刻それぞれにおける、移動体から2つの地物までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記2つの地物の方向と前記移動体の進行方向とがそれぞれなす角度を取得する第1取得部と、  
前記第1取得部の取得結果に基づき、前記第1時刻から前記第2時刻までの前記移動体の進行方向の変化量を算出する算出部と、  
を備えることを特徴とする測定装置。
- [請求項2] 前記2つの地物間の距離を取得する第2取得部を更に備え、  
前記算出部は、前記第1取得部及び前記第2取得部の取得結果に基づき、前記第1時刻から前記第2時刻までの前記移動体の進行方向の変化量を算出することを特徴とする請求項1に記載の測定装置。
- [請求項3] 前記第2取得部は、前記2つの地物までの距離、及び、前記移動体の進行方向と前記2つの地物それぞれの方向とがなす角に基づいて、前記2つの地物間の距離を取得することを特徴とする請求項2に記載の距離推定装置。
- [請求項4] 前記第2取得部は、地図情報に基づいて、前記2つの地物間の距離を取得することを特徴とする請求項2に記載の距離推定装置。
- [請求項5] 前記変化量に基づき算出される、単位時間あたりの前記進行方向の変化量に基づき、前記移動体に搭載される角速度センサの前記第2時刻における出力結果から前記移動体のヨーレートを算出するための第1情報を補正する補正部を更に備えることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の測定装置。
- [請求項6] 前記第1情報は、前記角速度センサの感度及びオフセットを含むことを特徴とする請求項5に記載の測定装置。
- [請求項7] 測定装置により実行される測定方法であって、  
第1時刻及び第2時刻それぞれにおける、移動体から2つの地物までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記2つの地物の方向と

前記移動体の進行方向とがそれぞれなす角度を取得する第 1 取得工程と、

前記第 1 取得工程の取得結果に基づき、前記第 1 時刻から前記第 2 時刻までの前記移動体の進行方向の変化量を算出する算出工程と、  
を備えることを特徴とする測定方法。

[請求項 8] コンピュータを備える測定装置によって実行されるプログラムであって、

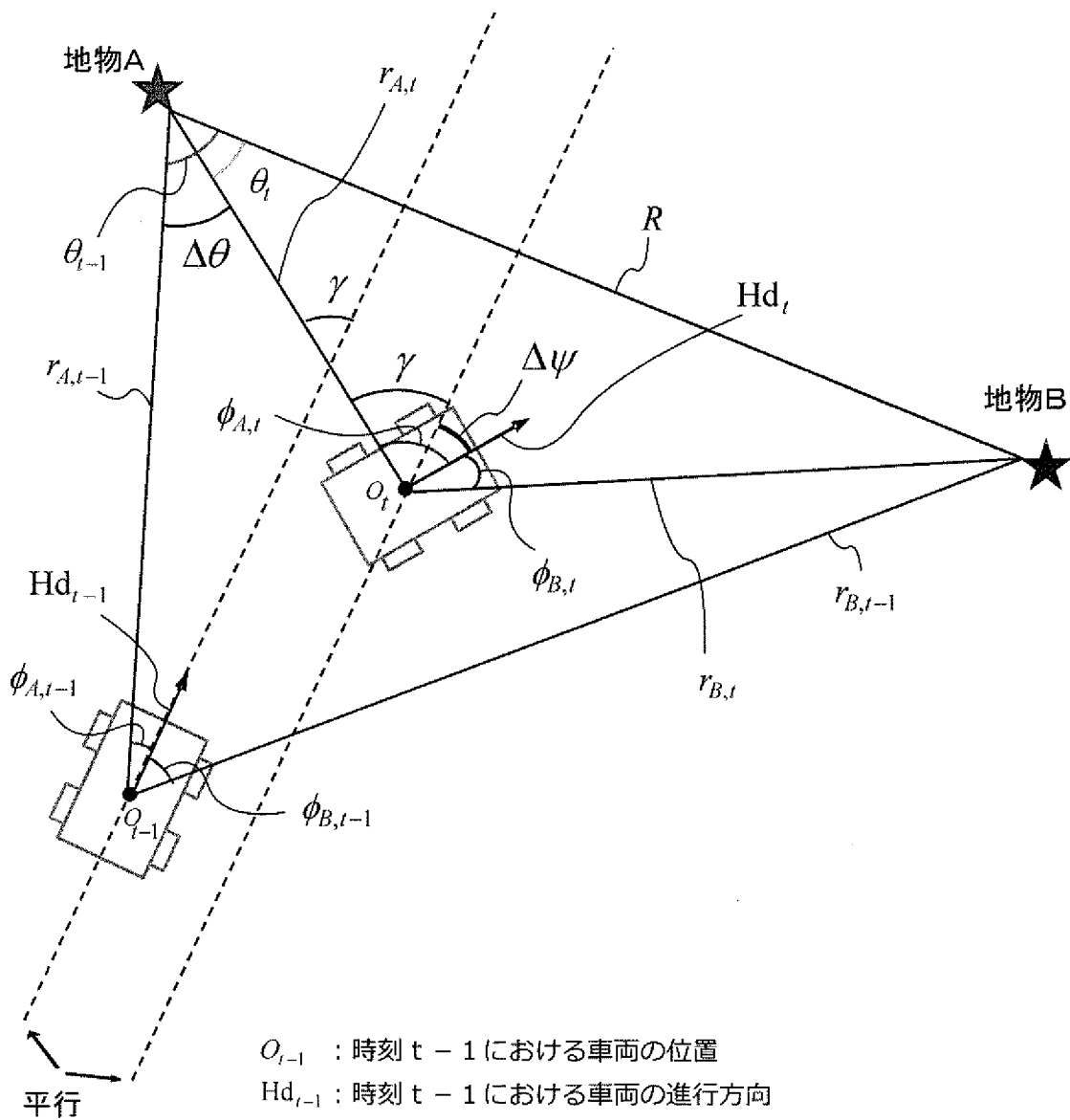
第 1 時刻及び第 2 時刻それぞれにおける、移動体から 2 つの地物までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記 2 つの地物の方向と前記移動体の進行方向とがそれぞれなす角度を取得する第 1 取得部、

前記第 1 取得部の取得結果に基づき、前記第 1 時刻から前記第 2 時刻までの前記移動体の進行方向の変化量を算出する算出部、

として前記コンピュータを機能させることを特徴とするプログラム。

[請求項 9] 請求項 8 に記載のプログラムを記憶した記憶媒体。

[図1]



$O_{t-1}$  : 時刻  $t-1$  における車両の位置

$Hd_{t-1}$  : 時刻  $t-1$  における車両の進行方向

$O_t$  : 時刻  $t$  における車両の位置

$Hd_t$  : 時刻  $t$  における車両の進行方向

$\Delta\psi$  : 時刻  $t-1$  から時刻  $t$  までの車両の方位変化量

$R$  : 地物 A と地物 B 間の距離

$r_{A,t-1}$  : 時刻  $t-1$  における車両から地物 A までの距離

$\phi_{A,t-1}$  : 時刻  $t-1$  における車両の進行方向に対する地物 A の方位角

$r_{B,t-1}$  : 時刻  $t-1$  における車両から地物 B までの距離

$\phi_{B,t-1}$  : 時刻  $t-1$  における車両の進行方向に対する地物 B の方位角

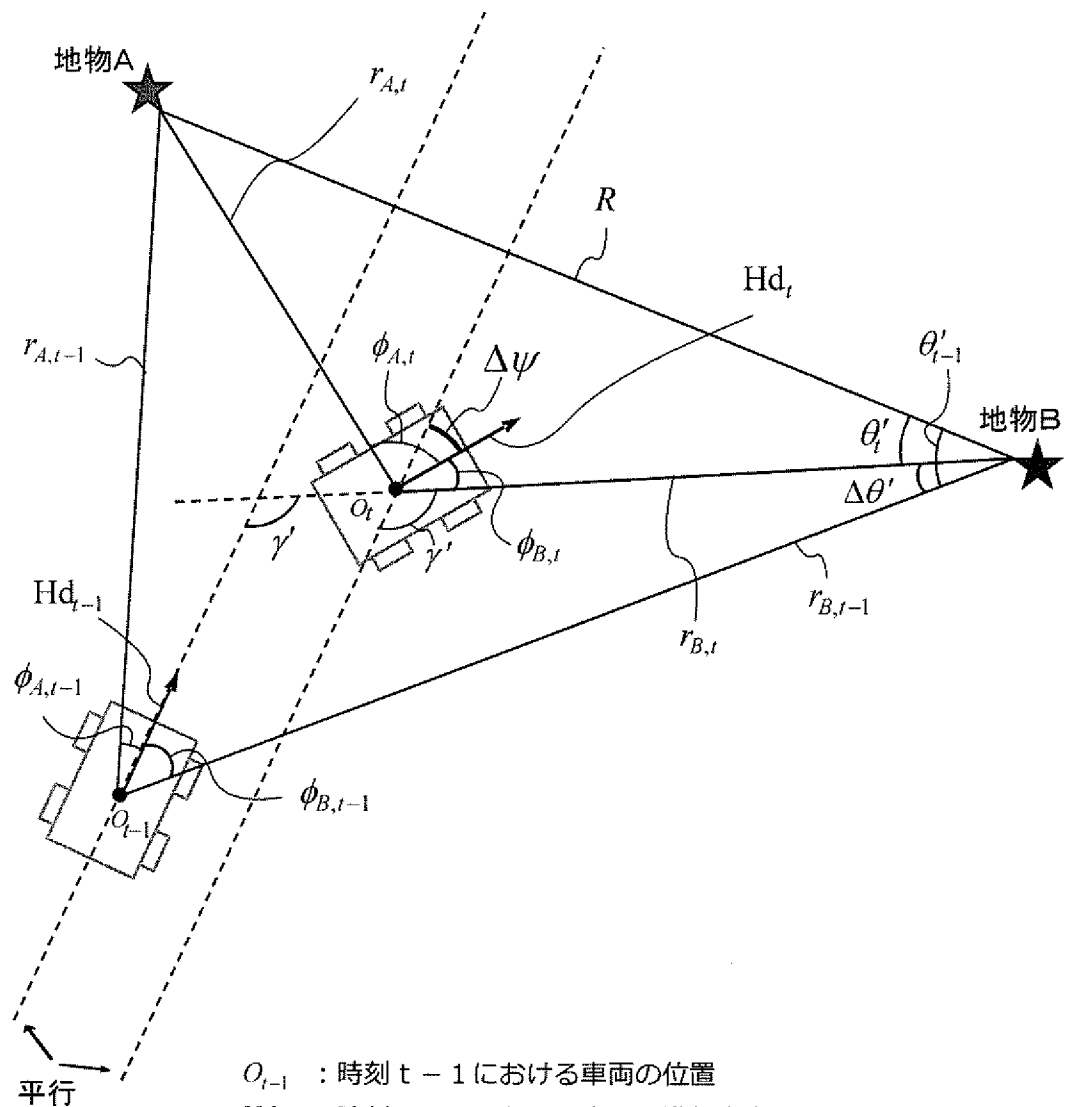
$r_{A,t}$  : 時刻  $t$  における車両から地物 A までの距離

$\phi_{A,t}$  : 時刻  $t$  における車両の進行方向に対する地物 A の方位角

$r_{B,t}$  : 時刻  $t$  における車両から地物 B までの距離

$\phi_{B,t}$  : 時刻  $t$  における車両の進行方向に対する地物 B の方位角

[図2]



$O_{t-1}$  : 時刻  $t-1$  における車両の位置

$Hd_{t-1}$  : 時刻  $t-1$  における車両の進行方向

$O_t$  : 時刻  $t$  における車両の位置

$Hd_t$  : 時刻  $t$  における車両の進行方向

$\Delta\psi$  : 時刻  $t-1$  から時刻  $t$  までの車両の方位変化量

$R$  : 地物 A と地物 B 間の距離

$r_{A,t-1}$  : 時刻  $t-1$  における車両から地物 A までの距離

$\phi_{A,t-1}$  : 時刻  $t-1$  における車両の進行方向に対する地物 A の方位角

$r_{B,t-1}$  : 時刻  $t-1$  における車両から地物 B までの距離

$\phi_{B,t-1}$  : 時刻  $t-1$  における車両の進行方向に対する地物 B の方位角

$r_{A,t}$  : 時刻  $t$  における車両から地物 A までの距離

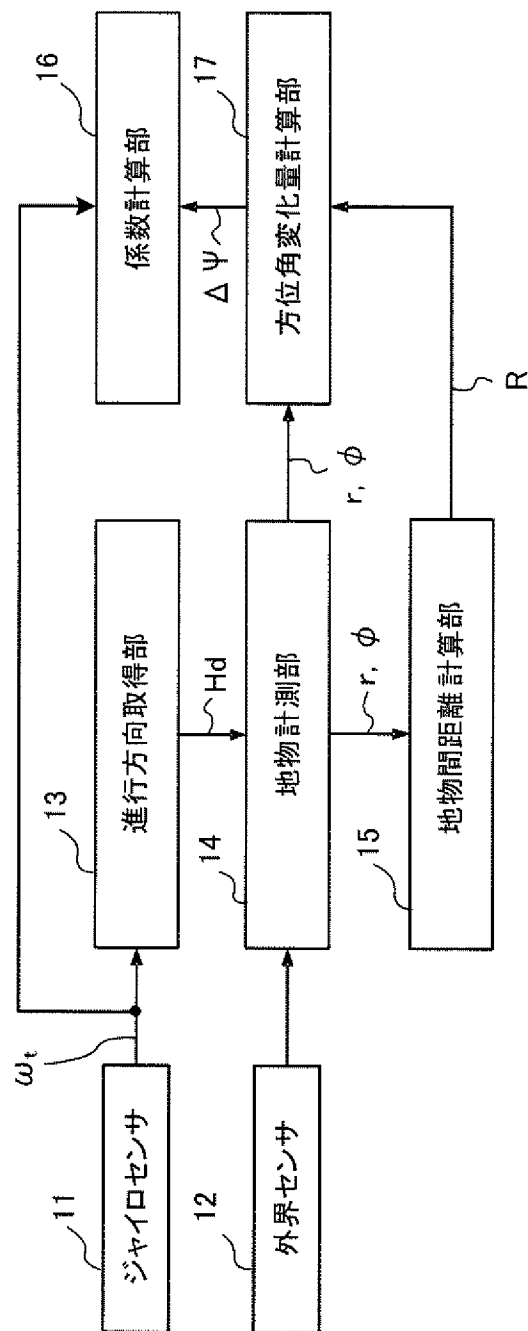
$\phi_{A,t}$  : 時刻  $t$  における車両の進行方向に対する地物 A の方位角

$r_{B,t}$  : 時刻  $t$  における車両から地物 B までの距離

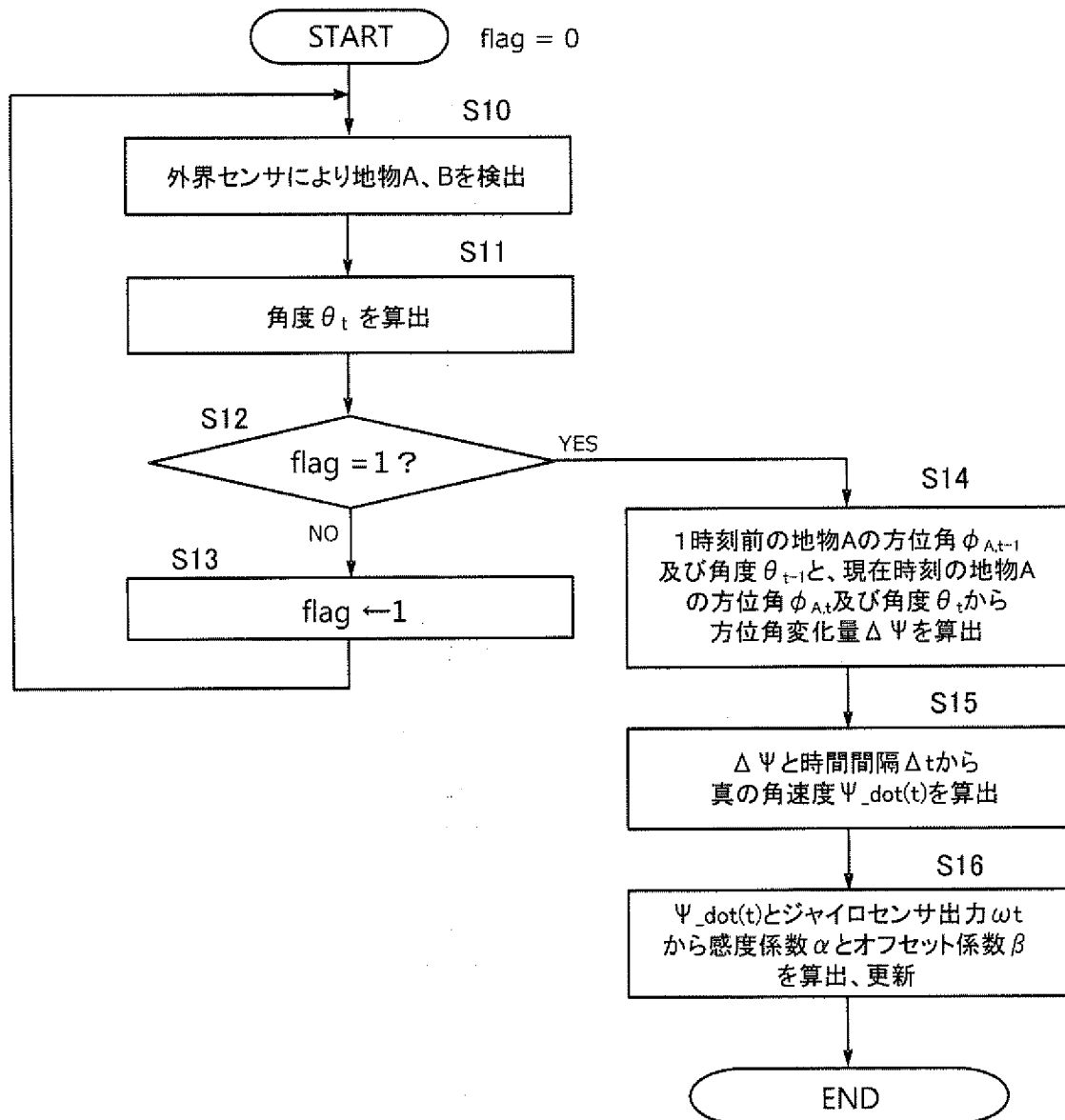
$\phi_{B,t}$  : 時刻  $t$  における車両の進行方向に対する地物 B の方位角

[図3]

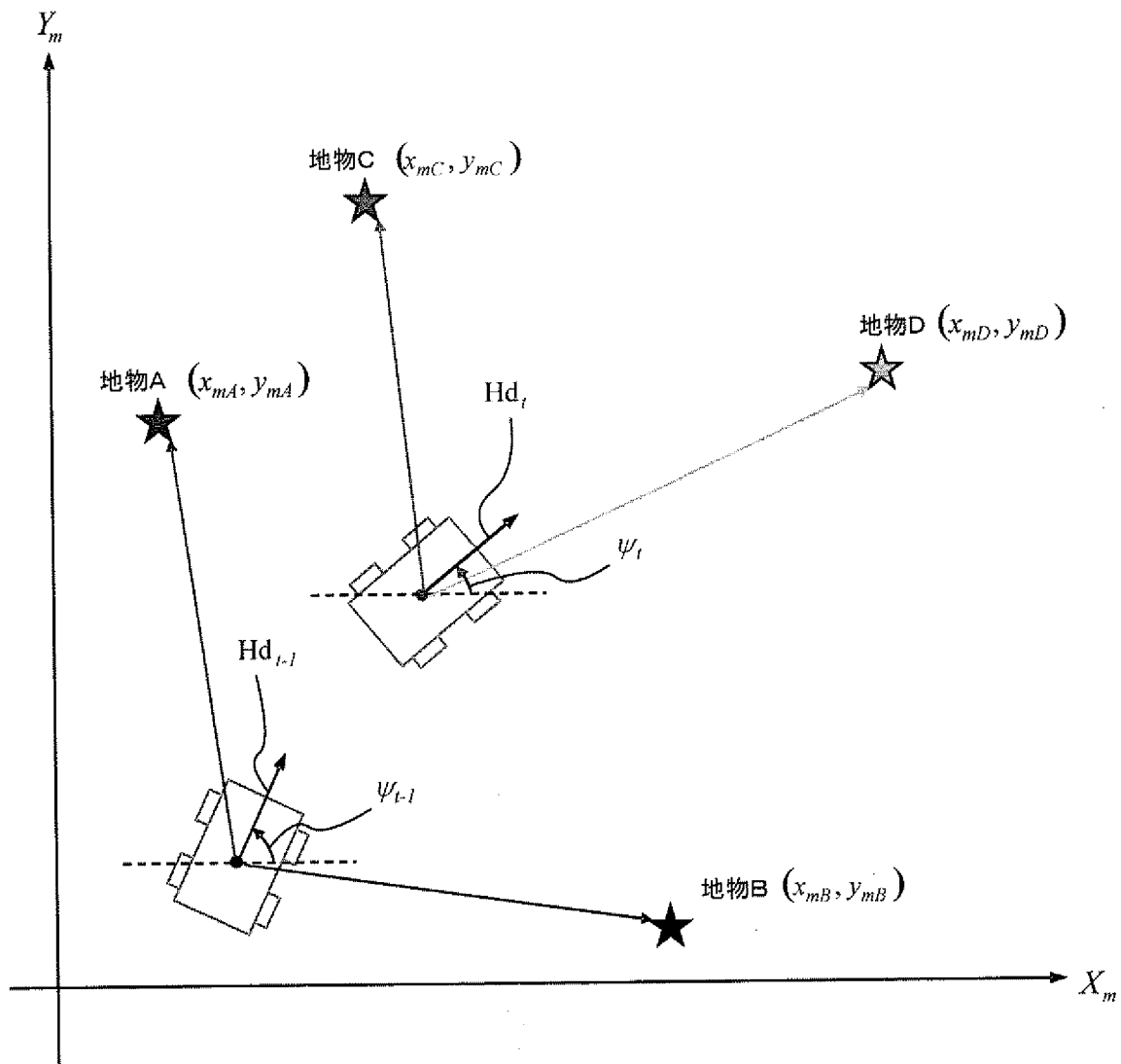
10



[図4]



[図5]



$X_m, Y_m$  : 地図座標系

$(x_{mA}, y_{mA})$  : 地図座標系における地物Aの位置

$(x_{mB}, y_{mB})$  : 地図座標系における地物Bの位置

$(x_{mC}, y_{mC})$  : 地図座標系における地物Cの位置

$Hd_{t-1}$  : 時刻  $t-1$  における車両の進行方向

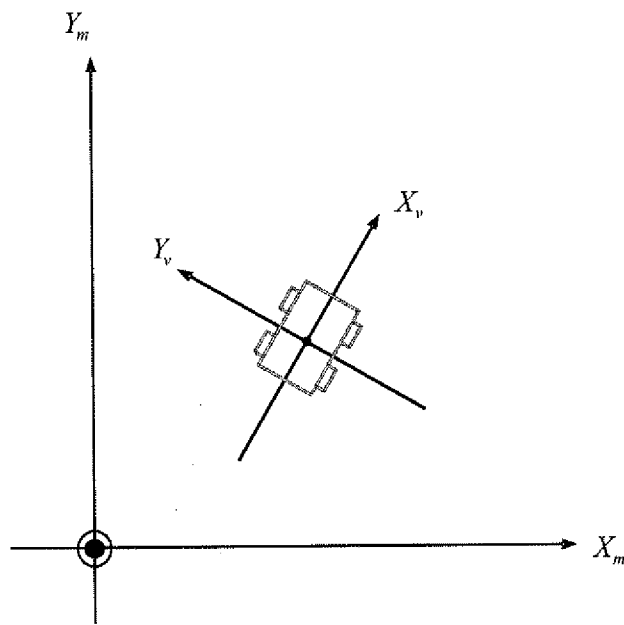
$\psi_{t-1}$  : 時刻  $t-1$  における  $X_m$  軸に対する車両の方位角

$Hd_t$  : 時刻  $t$  における車両の進行方向

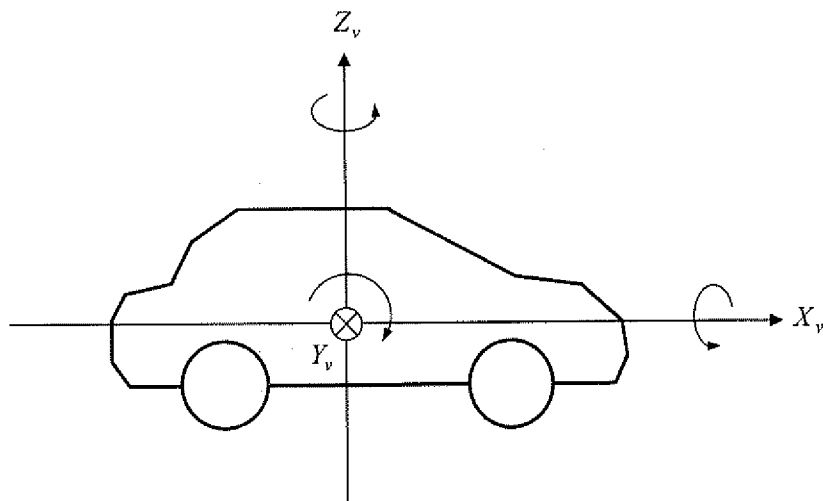
$\psi_t$  : 時刻  $t$  における  $X_m$  軸に対する車両の方位角

$\Delta\psi$  : 時刻  $t-1$  から時刻  $t$  の間の車両の方位角の変化量

[図6]



(A)



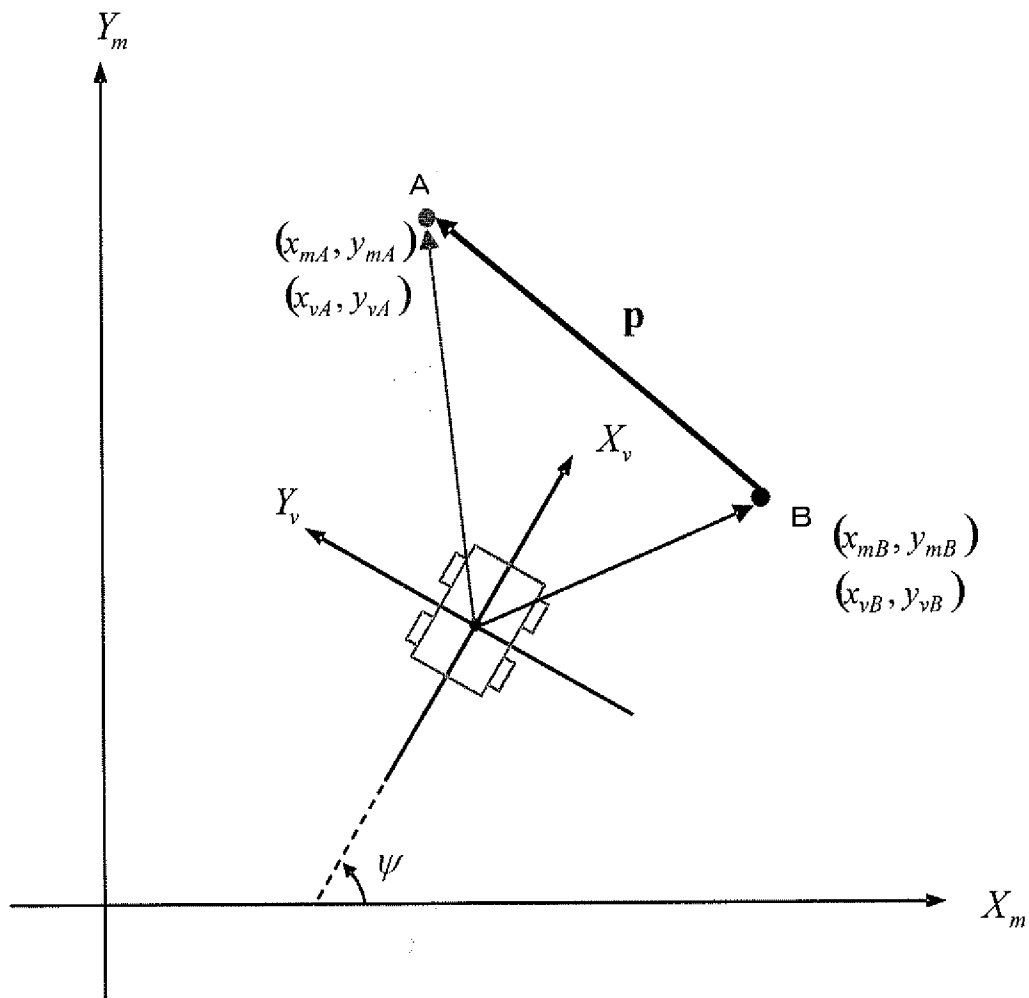
$X_v$ 軸 : 車両の前後方向  
 $Y_v$ 軸 : 車両の左右方向  
 $Z_v$ 軸 : 車両の上下方向

ロール角 :  $X_v$ 軸回りの回転角度  
 ピッチ角 :  $Y_v$ 軸回りの回転角度  
 ヨー角 :  $Z_v$ 軸回りの回転角度

ロールレート :  $X_v$ 軸回りの回転角速度  
 ピッチレート :  $Y_v$ 軸回りの回転角速度  
 ヨーレート :  $Z_v$ 軸回りの回転角速度

(B)

[図7]



点A : 地物 A の位置

点B : 地物 B の位置

$p$  : B から A へのベクトル

$X_m, Y_m$  : 地図座標系

$X_v, Y_v$  : 車両座標系

$(x_{mA}, y_{mA})$  : 地図座標系における地物 A の位置

$(x_{vA}, y_{vA})$  : 車両座標系における地物 A の位置

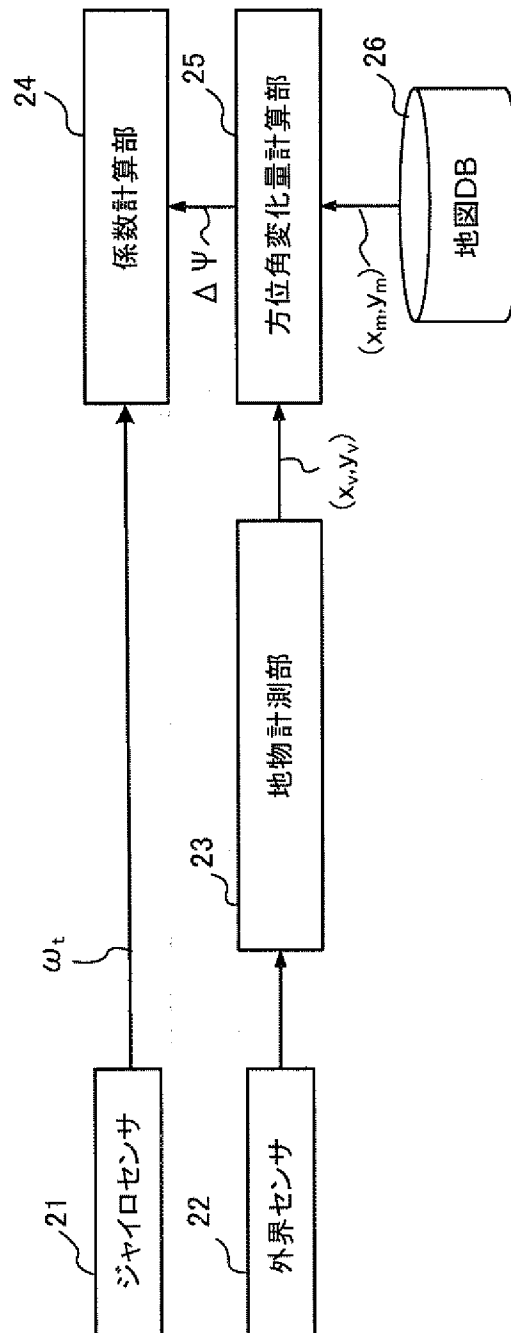
$(x_{mB}, y_{mB})$  : 地図座標系における地物 B の位置

$(x_{vB}, y_{vB})$  : 車両座標系における地物 B の位置

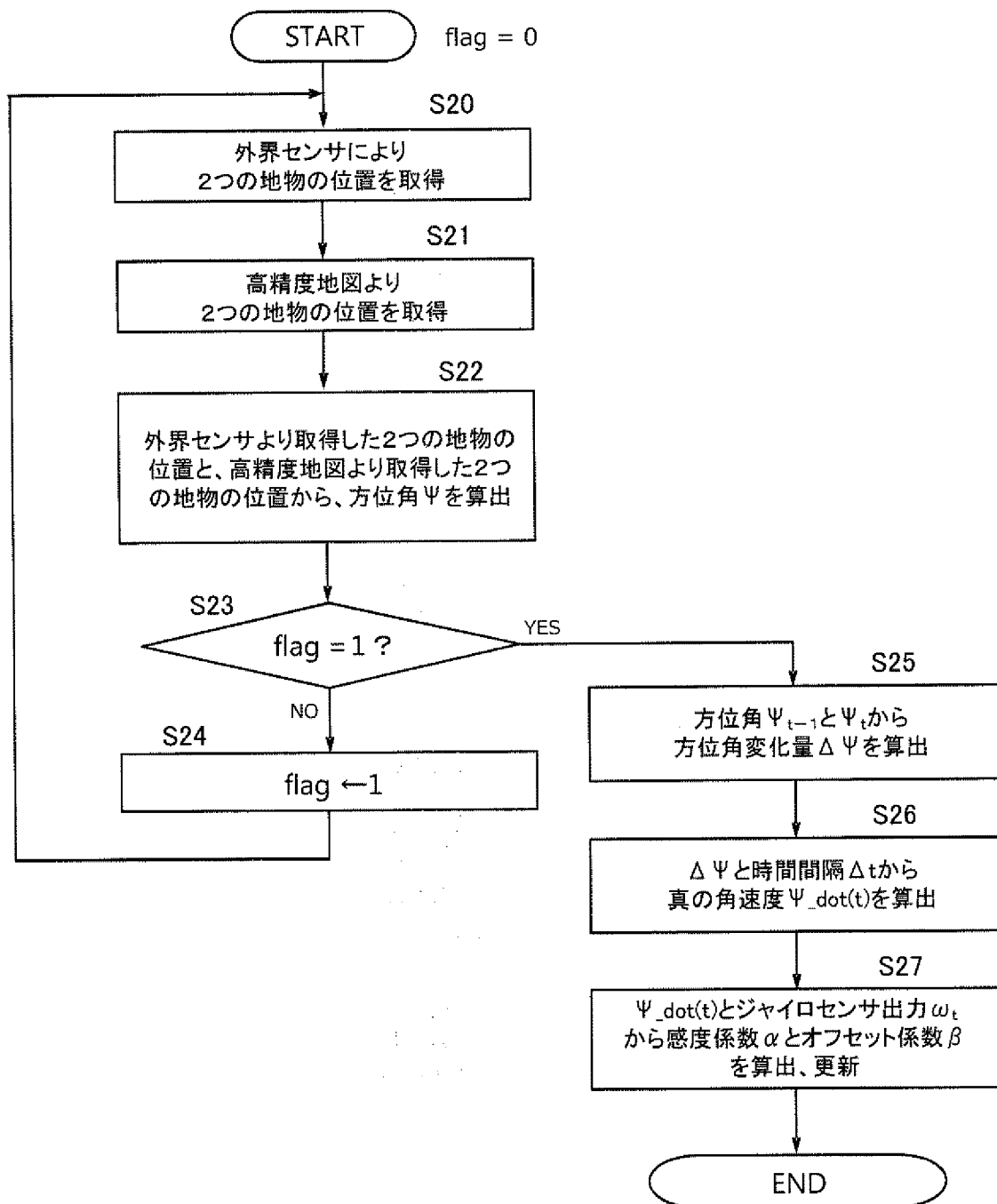
$\psi$  :  $X_m$  軸に対する車両の方位角

[図8]

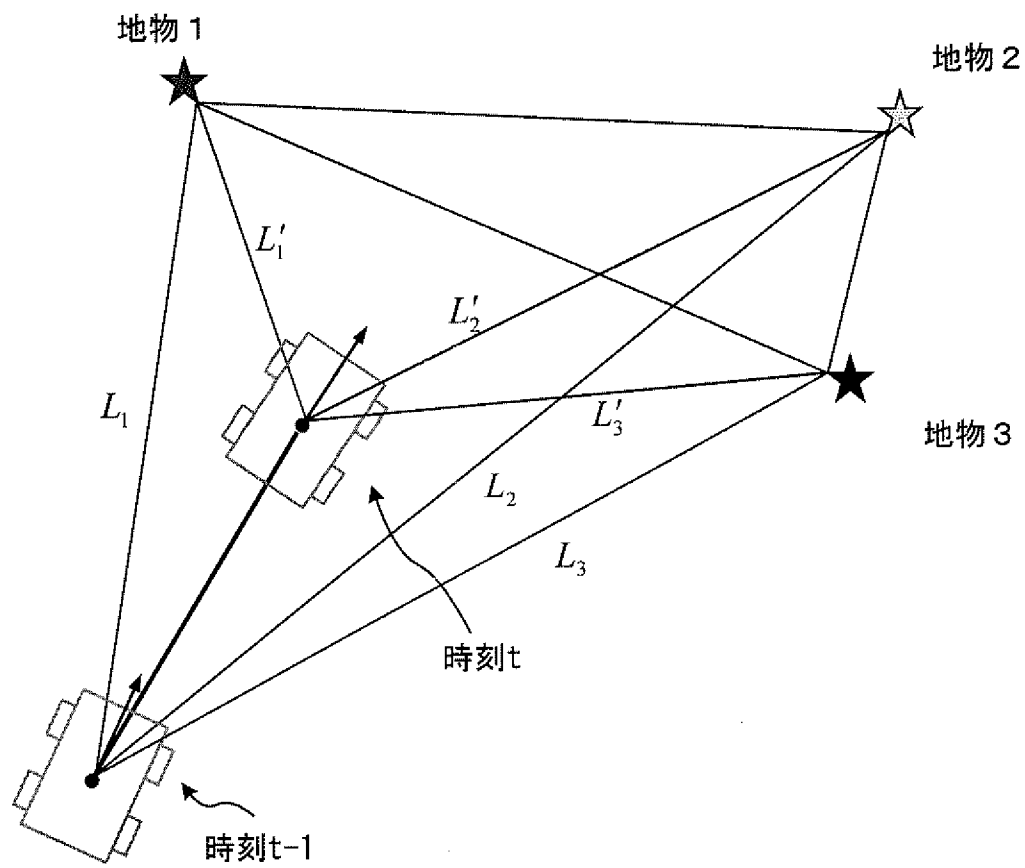
20



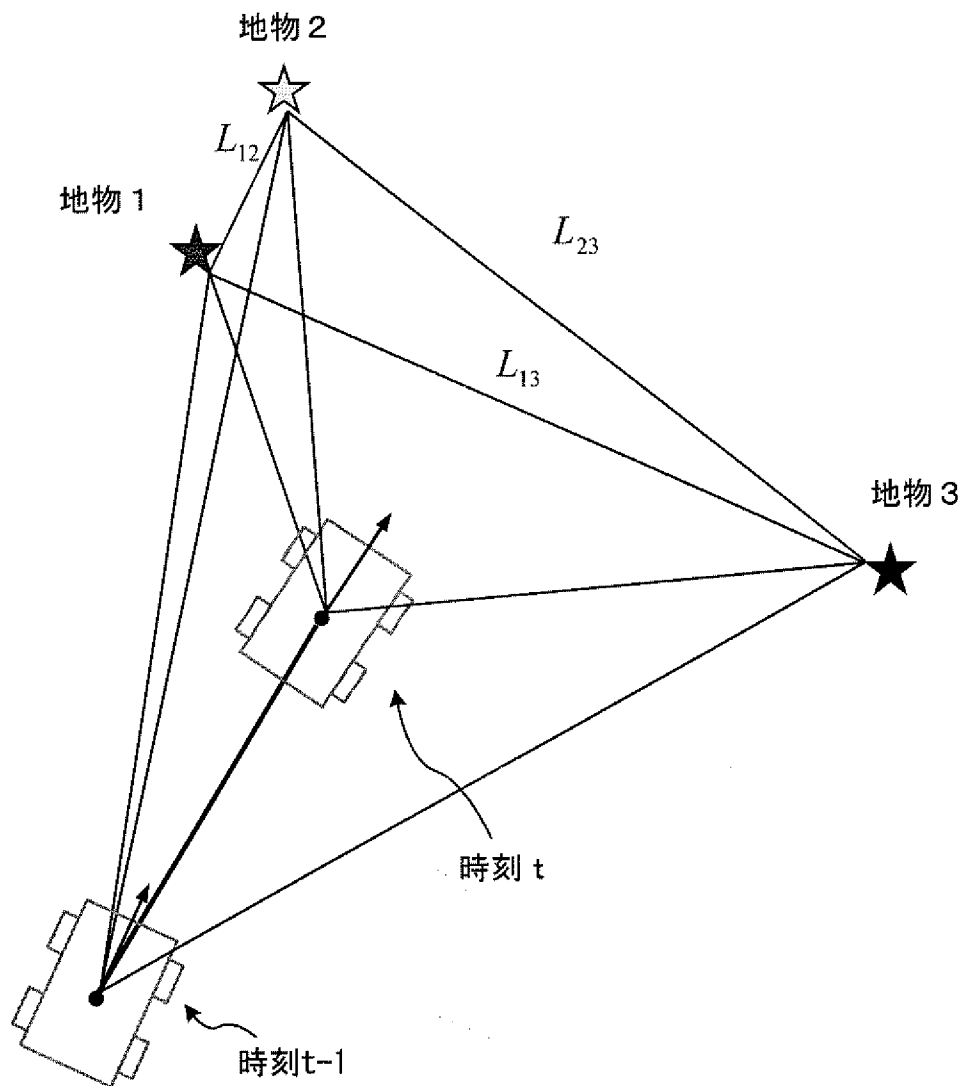
[図9]



[図10]



[図11]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/060234

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>B60W40/114(2012.01) i                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                   |                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                   |                                                                               |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>B60W30/00-50/16, G08G1/00-99/00, G01C21/00-22/02                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                   |                                                                               |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016<br>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                   |                                                                               |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                   |                                                                               |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                   |                                                                               |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                | Relevant to claim No.                                                         |
| X<br>Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | JP 2006-160116 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.),<br>22 June 2006 (22.06.2006),<br>paragraphs [0011], [0027], [0063] to [0066],<br>[0068]; fig. 13<br>(Family: none) | 1-3, 7-9<br>4-6                                                               |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 2008-008783 A (Toyota Motor Corp.),<br>17 January 2008 (17.01.2008),<br>paragraphs [0016] to [0017], [0029], [0061] to<br>[0063]<br>(Family: none)                                             | 4-6                                                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 2014-098613 A (KDDI Corp.),<br>29 May 2014 (29.05.2014),<br>paragraph [0010]<br>(Family: none)                                                                                                 | 1-9                                                                           |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                   |                                                                               |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"&" document member of the same patent family |                                                                                                                                                                                                   |                                                                               |
| Date of the actual completion of the international search<br>27 June 2016 (27.06.16)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                   | Date of mailing of the international search report<br>05 July 2016 (05.07.16) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                   | Authorized officer<br><br>Telephone No.                                       |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/060234

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                  | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2013-072782 A (Aisin AW Co., Ltd.),<br>22 April 2013 (22.04.2013),<br>paragraphs [0093], [0096] to [0097], [0107]<br>(Family: none)                                                              | 1-9                   |
| A         | JP 08-247775 A (Toshiba Corp.),<br>27 September 1996 (27.09.1996),<br>paragraph [0081]<br>(Family: none)                                                                                            | 1-9                   |
| A         | US 2010/0017128 A1 (GM GLOBAL TECHNOLOGY<br>OPERATIONS, INC.),<br>21 January 2010 (21.01.2010),<br>paragraph [0017]<br>& DE 102008026397 A & CN 101320089 A                                         | 1-9                   |
| A         | US 2015/0025786 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE<br>GMBH),<br>22 January 2015 (22.01.2015),<br>paragraphs [0034] to [0039]<br>& WO 2013/127757 A1 & EP 2819901 A<br>& DE 102012203037 A1 & CN 104136298 A | 1-9                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B60W40/114(2012.01)i

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B60W30/00-50/16, G08G1/00-99/00, G01C 21/00-22/02

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2016年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2016年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2016年 |

## 国際調査で利用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                 | 関連する<br>請求項の番号  |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| X<br>Y          | JP 2006-160116 A（株式会社豊田中央研究所）2006.06.22,<br>段落[0011], [0027], [0063]-[0066], [0068], 図13（ファミリーなし） | 1-3, 7-9<br>4-6 |
| Y               | JP 2008-008783 A（トヨタ自動車株式会社）2008.01.17,<br>段落[0016]-[0017], [0029], [0061]-[0063]（ファミリーなし）        | 4-6             |
| A               | JP 2014-098613 A（KDDI株式会社）2014.05.29,<br>段落[0010]（ファミリーなし）                                        | 1-9             |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.06.2016

国際調査報告の発送日

05.07.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

3Z

9716

▲高▼木 真頭

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                  |                |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリ*        | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                                                | 関連する<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2013-072782 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 2013. 04. 22,<br>段落[0093], [0096]-[0097], [0107] (ファミリーなし)                                                                   | 1-9            |
| A                     | JP 08-247775 A (株式会社東芝) 1996. 09. 27,<br>段落[0081] (ファミリーなし)                                                                                                      | 1-9            |
| A                     | US 2010/0017128 A1 (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS, INC., )<br>2010. 01. 21, 段落[0017]<br>& DE 102008026397 A & CN 101320089 A                                   | 1-9            |
| A                     | US 2015/0025786 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH) 2015. 01. 22,<br>段落[0034]-[0039]<br>& WO 2013/127757 A1 & EP 2819901 A<br>& DE 102012203037 A1 & CN 104136298 A | 1-9            |