

(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

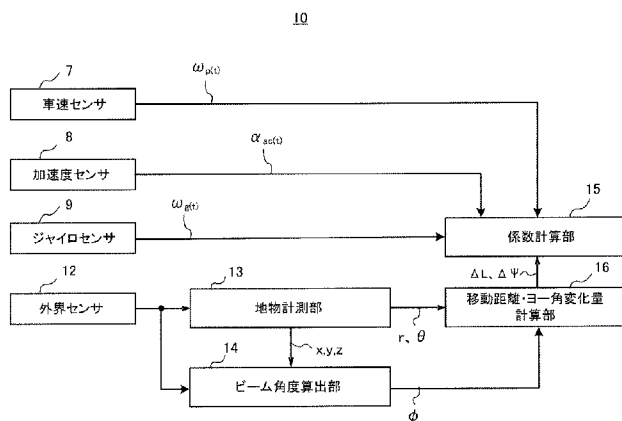
WO 2017/168654 A1

- (51) 国際特許分類:
B60W 40/114 (2012.01) *G01C 22/00* (2006.01)
B60W 40/105 (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/060509
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 30 日(30.03.2016)
- (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: 加藤 正浩(KATO, Masahiro); 〒3508555 埼玉県川越市山田 2 5 番地 1 パイオニア株式会社 川越事業所内 Saitama (JP). 新原 諒子(NIIHARA, Ryoko); 〒3508555 埼玉県川越市山田 2 5 番地 1 パイオニア株式会社 川越事業所内 Saitama (JP). 岩井 智昭(IWAI, Tomoaki); 〒3508555 埼玉県川越市山田 2 5 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 6 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), ユーラシア (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,

[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



- 7 Vehicle speed sensor
8 Acceleration sensor
9 Gyro sensor
12 External sensor
13 Planimetric feature measurement unit
14 Beam angle calculation unit
15 Coefficient calculation unit
16 Unit for calculating movement distance/yaw angle change amount

(57) Abstract: This measurement device respectively acquires, at a first time and a second time, the distances from a moving body to each of at least two positions on one planimetric feature, and the angle formed between the travel direction of the moving body and the direction of the planimetric feature viewed from the moving body. The measurement device calculates, on the basis of the acquisition results, the movement distance of the moving body and the amount of change in the travel direction from the first time to the second time.

(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 1 の地物上の少なくとも 2 つの位置までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記地物の方向と前記移動体の進行方向とがなす角度をそれぞれ取得し、そ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移動距離と進行方向の変化量を算出する。



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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移動量とヨー角を算出し、移動距離と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1の地物上の少なくとも2つの位置までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記地物の方向と前記移動体の進行方向とがなす角度をそれぞれ取得する第1取得部と、前記第1取得部の取得結果に

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移動距離及び前記移動体の進行方向の変化量のうち少なくとも一方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 10 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 1 の地物上の少なくとも 2 つの位置までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記地物の方向と前記移動体の進行方向とがなす角度をそれぞれ取得する第 1 取得工程と、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移動距離及び前記移動体の進行方向の変化量のうち少なくとも一方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 11 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 1 の地物上の少なくとも 2 つの位置までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記地物の方向と前記移動体の進行方向とがなす角度をそれぞれ取得する第 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移動距離及び前記移動体の進行方向の変化量のうち少なくとも一方を算出する算出部、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] 1 つの地物を用いて移動距離とヨー角変化量を算出する方法を示す。

[図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3] 係数更新処理のフローチャートである。

[図4] 第 1 実施例によるビーム角度の算出方法を説明する図である。

[図5] 第 1 実施例によるビーム角度の算出方法を説明する他の図である。

[図6] 第 1 実施例によるビーム角度の算出方法を説明する他の図である。

[図7] 第 1 実施例によるビーム角度の算出方法を説明する他の図である。

[図8] 第 1 実施例によるビーム角度の算出処理のフローチャートである。

[図9] 第 2 実施例によるビーム角度の算出方法を説明する図である。

[図10]第2実施例によるビーム角度の算出処理のフローチャートである。

[図11]第3実施例によるビーム角度の算出方法を説明する図である。

[図12]第3実施例によるビーム角度の算出処理のフローチャートである。

[図13]地物の計測中における車両の移動による影響を示す。

[図14]車両の移動を考慮した地物の計測点の座標計算方法を示す。

[図15]地物の計測点の座標計算のフローチャートである。

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、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1の地物上の少なくとも2つの位置までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記地物の方向と前記移動体の進行方向とがなす角度をそれぞれ取得する第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移動距離及び前記移動体の進行方向の変化量のうち少なくとも一方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1の地物上の少なくとも2つの位置までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記地物の方向と前記移動体の進行方向とがなす角度をそれぞれ取得し、そ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移動距離及び前記移動体の進行方向の変化量のうち少なくとも一方を算出する。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、移動体の移動距離及び移動体の進行方向の変化量のうち少なくとも一方を算出することができる。

[0012] 上記の測定装置の一態様は、前記少なくとも2つの位置の座標を取得する第2取得部を更に備え、前記算出部は、前記第1時刻及び前記第2時刻における、(i)前記移動体から前記少なくとも2つの位置までのそれぞれの距離及び前記少なくとも2つの位置の座標に基づいて算出される、前記地物の表面に対する法線と前記移動体からみた前記地物上の1つの位置の方向とがなす角度、並びに(ii)前記移動体からみた前記1つの位置の方向と前記

移動体の進行方向とがなす角度、に基づき前記移動距離及び前記変化量のうち少なくとも一方を算出する。

[0013] 上記の測定装置の他の一態様では、前記第1取得部は、前記移動体から前記1の地物の少なくとも3つの位置までの距離及び前記移動体から見た前記少なくとも3つの位置の方向から、前記少なくとも3つの位置の座標を計算する第1計算部と、前記少なくとも3つの位置の座標に基づいて前記地物の表面の重心点の座標を計算し、前記移動体からみた前記重心点の方向を決定する第1方向決定部と、前記少なくとも3つの位置の座標に基づいて前記地物の表面を規定する平面の式を計算し、前記平面の式に基づいて前記地物の表面に対する法線の方向を決定する第2方向決定部と、前記重心点の方向と前記法線の方向とのなす角度を計算する第2計算部と、を備え、前記算出部は、前記第1時刻及び第2時刻それぞれにおける、前記移動体から前記重心点までの距離、前記移動体からみた前記重心点の方向と前記移動体の進行方向とがなす角度、及び、前記重心点の方向と前記法線の方向とのなす角度に基づいて、前記移動距離及び前記変化量のうち少なくとも一方を算出する。

[0014] 上記の測定装置の他の一態様では、前記第1取得部は、前記移動体から前記1の地物の両端点までの距離、及び、前記移動体からみた前記両端点それぞれの方向がなす角度を計算する第3計算部と、前記両端点までの距離、及び、前記移動体からみた前記両端点それぞれの方向がなす角に基づいて、前記1の地物の中点の座標を決定する第1中点決定部と、前記移動体からみた前記中点の方向と、前記中点における前記地物の表面に対する法線の方向とがなす角度を計算する第4計算部と、を備え、前記算出部は、前記第1時刻及び第2時刻それぞれにおける、前記移動体から前記中点までの距離、前記移動体からみた前記中点の方向と前記移動体の進行方向とがなす角度、及び、前記中点の方向と前記法線の方向とがなす角度に基づいて、前記移動距離及び前記変化量のうち少なくとも一方を算出する。

[0015] 上記の測定装置の他の一態様では、前記第1取得部は、前記移動体から前記1の地物の両端点までの距離、及び、前記移動体からみた前記両端点それ

ぞれの方向のなす角度を計算する第5計算部と、前記両端点までの距離、及び、前記移動体からみた前記両端点それぞれの方向がなす角に基づいて、前記1の地物の中点の座標を決定する第2中点決定部と、前記移動体からみた前記両端点それぞれの方向が平行であるとみなして、前記移動体からみた前記中点の方向と、前記中点における前記地物の表面に対する法線の方向とがなす角度を計算する第6計算部と、を備え、前記算出部は、前記第1時刻及び第2時刻それぞれにおける、前記移動体から前記中点までの距離、前記移動体からみた前記中点の方向と前記移動体の進行方向とがなす角度、及び、前記中点の方向と前記法線の方向とがなす角度に基づいて、前記移動距離及び前記変化量のうち少なくとも一方を算出する。

[0016] 上記の測定装置の他の一態様は、前記地物上の複数の位置のうちの1つを計測したときの前記移動体の位置である移動体位置を基準位置とし、前記複数の位置のうち前記基準位置以外の前記移動体位置で計測した位置の座標を、前記基準位置の座標系における座標に変換する座標変換部を備える。この態様では、地物を計測している時間内における移動体の移動を考慮して位置座標を補正することにより、移動体の進行方向の変化量を高精度で算出することができる。

[0017] 上記の測定装置の他の一態様では、前記算出部は前記移動距離を算出し、前記測定装置は、前記移動距離に基づき算出される、単位時間あたりの移動距離に基づき、前記移動体に搭載される車速センサの前記第2時刻における出力結果から前記移動体の速度を算出するための第1情報を補正する第1補正部を更に備える。この態様では、算出される移動距離に基づいて、移動体の車速センサを適切に補正することができる。

[0018] 上記の測定装置の他の一態様では、前記算出部は前記移動距離を算出し、前記測定装置は、前記移動距離に基づき算出される、単位時間あたりの移動距離に基づき、前記移動体に搭載される加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速度を算出するための第2情報を補正する第2補正部を更に備える。この態様では、算出される移動距離に基づいて、移動

体の加速度センサを適切に補正することができる。

[0019] 上記の測定装置の他の一態様では、前記算出部は前記変化量を算出し、前記測定装置は、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3情報を補正する第3補正部を更に備える。この態様では、算出される進行方向の変化量に基づいて、移動体の角速度センサを適切に補正することができる。

[0020] 本発明の他の好適な実施形態は、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1の地物上の少なくとも2つの位置までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記地物の方向と前記移動体の進行方向とがなす角度をそれぞれ取得する第1取得工程と、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移動距離及び前記移動体の進行方向の変化量のうち少なくとも一方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、移動体の移動距離及び移動体の進行方向の変化量のうち少なくとも一方を算出することができる。

[0021] 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1の地物上の少なくとも2つの位置までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記地物の方向と前記移動体の進行方向とがなす角度をそれぞれ取得する第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移動距離及び前記移動体の進行方向の変化量のうち少なくとも一方を算出する算出部、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、移動体の移動距離及び移動体の進行方向の変化量のうち少なくとも一方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

[0022] 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。

[0023] [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、車速センサから算出される速度や加速度センサの出力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ヨー角と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、車体速度とヨー角を正確に把握する必要がある。

[0024] 車両の車体速度は、車速センサから出力される車軸回転パルスに基づく車輪回転速度に変換係数を乗算することにより得られる。また、車体速度は、加速度センサから出力される検出加速度と、加速度センサの感度係数及びオフセット係数とに基づいて算出することができる。さらに、車両のヨー角は、ジャイロセンサから出力される角速度と、ジャイロセンサの感度係数及びオフセット係数とに基づいて算出することができる。

[0025] 一般的に、車速センサの変換係数、加速度センサの感度とオフセット、及び、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車体速度やヨー角を算出すると、誤差が蓄積し、計算される車体速度やヨー角は実際の値から大きくずれてしまう。従って、車体速度やヨー角を高精度に推定するためには、車速センサの変換係数、加速度センサの感度とオフセット、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。

[0026] 従来のカーナビゲーション装置では、GPS情報に基づくドップラー速度を用いて車速センサ出力から車体速度を求める変換係数や加速度センサの感度とオフセットの補正を行っており、GPS情報の方位変化量を用いてジャイロセンサの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な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、継続的に変換係数や感度とオフセット

の補正を行うことが要求される。

[0027] 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1つの地物の計測結果に基づいて車両の移動距離とヨー角変化量を算出し、車速センサから車体速度を求めるための変換係数、加速度センサの感度とオフセット、及び、ジャイロセンサの感度とオフセットを補正する。また、係数更新装置は移動距離を所定時間で除算することにより車体速度 V を算出することができる。なお、外界センサとしては、LiDAR (Light Detection And Ranging) が挙げられる。

[0028] [2] 係数の推定方法

[2.1] 車速センサから車体速度を求めるための変換係数の推定方法

真の車体速度 $V_{(t)}$ と、車速センサから出力される車軸回転パルスに基づく車輪回転速度 $\omega_{p(t)}$ との関係は、変換係数 K を用いて次のように表すことができる。

[0029] [数1]

$$V_{(t)} = K \cdot \omega_{p(t)} \quad (1)$$

よって、まず、外界センサによる地物計測値を用いて車両の移動距離 ΔL を求め、それを時間間隔 Δt で除算して計測車体速度を算出する。得られた計測車体速度を真の車体速度 $V_{(t)}$ とみなすと、計測車体速度 $V_{(t)}$ と車速センサから得た車輪回転速度 $\omega_{p(t)}$ とを用いて、式(1)により変換係数 K を推定することができる。なお、変換係数 K は本発明の第1情報に相当する。

[0030] [2.2] 加速度センサの感度係数とオフセット係数の推定方法

真の車体加速度 $V_{\text{dot}(t)}$ と、加速度センサで検出する加速度 $\alpha_{ac(t)}$ との関係は、感度係数 A とオフセット係数 B を用いて次のように表すことができる。

[0031] [数2]

$$V_{\text{dot}(t)} = A \alpha_{ac(t)} + B \quad (2)$$

よって外界センサによる地物計測値を用いて車両の移動距離 ΔL を求め、それを時間間隔 Δt で除算して計測車体速度 $V_{(t)}$ を算出し、1時刻前に同様な方法で求めた計測車体速度 $V_{(t-1)}$ と時間間隔 Δt を用いて、計測車体加速度を算出する。

[0032] [数3]

$$V_{\dot{(t)}L,t} = \frac{V_{(t)L,t} - V_{(t-1)L,t-1}}{\Delta t} \quad (3)$$

得られた計測車体加速度を真の車体加速度 $V_{\dot{o}t(t)}$ とみなし、次のように置くと、

[0033] [数4]

$$\left. \begin{aligned} y_t &= V_{\dot{(t)}} \\ x_t &= \alpha_{ac(t)} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

以下の1次式で表すことができる。

[0034] [数5]

$$y_t = Ax_t + B \quad (5)$$

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、感度係数 A とオフセット係数 B を求めることができる。即ち、外界センサを用いて車両の移動距離 ΔL を取得できれば、加速度センサの感度とオフセットを推定することができる。なお、感度係数 A とオフセット係数 B は本発明の第2情報に相当する。

[0035] [2. 3] ジャイロセンサの感度係数とオフセット係数の推定方法

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

[0036]

[数6]

$$\psi_{-dot(t)} = C\omega_{g(t)} + D \quad (6)$$

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

[0037] [数7]

$$\psi_{-dot(t)_{L,t}} = \frac{\Delta\psi_L}{\Delta t} \quad (7)$$

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。

[0038] [数8]

$$\psi_{-dot(t)_{L,t}} = C\omega_{g(t)} + D \quad (8)$$

よって、次のように置くと、

[0039] [数9]

$$\left. \begin{array}{l} y_t = \psi_{-dot(t)_{L,t}} \\ x_t = \omega_{g(t)} \end{array} \right\} \quad (9)$$

以下の1次式で表すことができる。

[0040] [数10]

$$y_t = Cx_t + D \quad (10)$$

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、感度係数 C とオフセット係数 D を求めることができる。即ち、外界センサを用いて車両のヨー角変化量 $\Delta\psi$ 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。なお、感度係数Cとオフセット係数Dは本発明の第3情報に相当する。

[0041] [3] 移動距離とヨー角変化量の算出方法

以下、外界センサを用いて車両の移動距離 ΔL とヨー角変化量 $\Delta \Psi$ を求める方法を説明する。図1は、1つの地物を用いて移動距離とヨー角変化量を算出する方法を説明する図である。なお、前提として、平面板状である道路標識を地物として利用するものとする。また、外界センサとしてL i D A Rを用いるものとする。以下の手順により、車両の移動距離 ΔL とヨー角変化量 $\Delta \Psi$ を算出する。

(1) 現在の車両の地点 P_1 において、所定の地物Aまでの距離と方向をL i D A Rにより計測する。

(2) 地物を検出した複数のビームから、地物の重心点又は中点の座標を求め、車両から地物までの距離 r_{A1} と角度 θ_{A1} を求める。

(3) 地物が平面板状であることを前提に、地物の法線ベクトルと、L i D A Rのビームとの角度 ϕ_1 を算出する。

(4) 所定時間 Δt 経過後、地点 P_2 において上記(1)～(3)の処理を行い、距離 r_{A2} 、角度 θ_{A2} 、角度 ϕ_2 を算出する。

(5) 下記の式により角度 ϕ_2 と ϕ_1 の差分 $\Delta \phi$ を求める。

[0042] [数11]

$$\Delta \phi = \phi_2 - \phi_1 \quad (11)$$

(6) 図1(A)からわかるように、地物Aと車両位置 P_1 と車両位置 P_2 で構成される三角形に対する余弦定理を用いることで移動距離 ΔL が求まる。

また、ヨー角変化量 $\Delta \Psi$ は θ_{A2} から $\angle \alpha$ を引いたものであり、その $\angle \alpha$ は θ_{A1} と $\Delta \phi$ を足したものである。よって、距離 r_{A1} 、 r_{A2} 、角度 θ_{A1} 、 θ_{A2} 、 $\Delta \phi$ を用いて、下記の式により移動距離 ΔL とヨー角変化量 $\Delta \Psi$ を算出する。

[0043]

[数12]

$$\left. \begin{aligned} \Delta L^2 &= r_{A1}^2 + r_{A2}^2 - 2r_{A1}r_{A2} \cos \Delta \phi \\ \Delta \psi &= \theta_{A2} - \theta_{A1} - \Delta \phi \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

このように、L i D A Rで1つの地物を検出することにより、車両の移動距離 ΔL とヨー角変化量 $\Delta \psi$ を算出することができる。ヨー角変化量 $\Delta \psi$ を積分することにより、ヨー角 ψ を算出することができ、ヨー角変化量 $\Delta \psi$ を所定時間 Δt で除算することによりヨーレート $\psi_{\text{dot}}(t)$ を算出することができる。また、移動距離 ΔL を所定時間 Δt で除算することにより車体速度 V を算出することができ、移動距離 ΔL を積分することにより移動距離 L を算出することもできる。

[0044] [4] 係数更新装置

次に、上記のようにして算出された移動距離 ΔL 及びヨー角変化量 $\Delta \psi$ を用いて、車速センサの変換係数 K 、加速度センサの感度係数 A 及びオフセット B 、ジャイロセンサの感度係数 C 及びオフセット係数 D を更新する係数更新装置について説明する。図2は、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、車速センサ7と、加速度センサ8と、ジャイロセンサ9と、外界センサ(L i D A R) 12と、地物計測部13と、ビーム角度算出部14と、係数計算部15と、移動距離・ヨー角変化量計算部16とを備える。なお、地物計測部13、ビーム角度算出部14、係数計算部15、及び、移動距離・ヨー角変化量計算部16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。

[0045] 車速センサ7は、車軸回転パルスに基づき計測される車輪回転速度 $\omega_p(t)$ を係数計算部15へ供給する。加速度センサ8は、車両の加速度 $\alpha_{ac}(t)$ を検出し、係数計算部15へ供給する。また、ジャイロセンサ9は、検出した角速度 $\omega_g(t)$ を係数計算部15へ供給する。

[0046] 地物計測部 13 は、外界センサ 12 の出力に基づいて地物までの距離 r 及び地物との角度 θ を計測して移動距離・ヨー角変化量計算部 16 へ供給する。また、地物計測部 13 は、距離 r と角度 θ を、進行方向を x 、横方向を y 、高さ方向を z とする直交座標 (x, y, z) に変換し、各計測点の座標としてビーム角度算出部 14 へ供給する。

[0047] ビーム角度算出部 14 は、外界センサ 12 の出力に基づいて、外界センサ 12 からのビームと、平板状である地物の法線ベクトルとのなす角度 ϕ (以下、「ビーム角度」とも呼ぶ。) を算出し、移動距離・ヨー角変化量計算部 16 へ供給する。移動距離・ヨー角変化量計算部 16 は、異なる時刻における地物までの距離 r と、地物との角度 θ と、ビーム角度 ϕ とを用いて、前述の式 (11)、(12) により、移動距離 ΔL 及びヨー角変化量 $\Delta \Psi$ を算出し、係数計算部 15 へ供給する。

[0048] 係数計算部 15 は、まず、移動距離 ΔL を所定時間 Δt で除算して車体速度 $V_{(t)}$ を算出する。次に、係数計算部 15 は、車体速度 $V_{(t)}$ と車速センサ 7 から出力された車輪回転速度 $\omega_{p(t)}$ に基づいて、式 (1) により車速センサ 7 の変換係数 K を算出し、更新する。また、係数計算部 15 は、車体速度 $V_{(t)}$ と 1 時刻前の車体速度 $V_{(t-1)}$ と時間間隔 Δt と、加速度センサ 8 から出力された加速度 $\alpha_{ac(t)}$ に基づいて、式 (2) ~ (3) により加速度センサ 8 の感度係数 A 及びオフセット B を算出し、更新する。さらに、係数計算部 15 は、ジャイロセンサ 9 から供給された角速度 $\omega_{g(t)}$ と、移動距離・ヨー角変化量計算部 16 から供給されたヨー角変化量 $\Delta \Psi$ に基づいて、式 (7) ~ (8) によりジャイロセンサの感度係数 C 及びオフセット係数 D を算出し、更新する。

[0049] 上記の構成において、地物計測部 13 は本発明の第 1 取得部の一例であり、ビーム角度算出部 14 は本発明の第 2 取得部、第 1 ~ 第 2 方向決定部、第 1 ~ 第 6 計算部、第 1 ~ 第 2 中点決定部の一例であり、係数計算部 15 は本発明の第 1 ~ 第 3 補正部の一例であり、移動距離・ヨー角変化量計算部 16 は本発明の算出部の一例である。また、ヨー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。

[0050] 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 3 は、係数更新処理のフローチャートである。まず、係数更新装置 10 は、外界センサ 12 により 1 つの地物 A を計測し、地物との距離 r 及び地物との角度 θ を含む計測データを取得する（ステップ S 10）。次に、係数更新装置 10 は、それら計測データを用いて、ビーム角度 ϕ を算出する（ステップ S 11）。なお、ビーム角度 ϕ の算出方法については後に詳しく説明する。

[0051] 次に、係数更新装置 10 は、地物 A の 1 時刻前の計測データがあるか否かを判定する（ステップ S 12）。1 時刻前の計測データが無い場合（ステップ S 12 : NO）、係数更新装置 10 は時刻をインクリメントし（ステップ S 13）、処理はステップ S 10 へ戻る。

[0052] 一方、1 時刻前の計測データがある場合（ステップ S 12 : YES）、係数更新装置 10 は、1 時刻前の地物 A の距離 r_{A1} 、角度 θ_{A1} 、ビーム角度 ϕ_1 と、現在時刻の地物の距離 r_{A2} 、角度 θ_{A2} 、ビーム角度 ϕ_2 を用いて、式（11）、（12）によりヨー角変化量 $\Delta\psi$ 及び移動距離 ΔL を算出する（ステップ S 14）。そして、係数更新装置 10 は、移動距離 ΔL と時間間隔 Δt から計測車体速度 $V_{(t)}$ を算出し、ヨー角変化量 $\Delta\psi$ と時間間隔 Δt から、式（7）を用いて真の角速度（計測ヨーレート） $\psi_{\text{dot}(t)}$ を算出する（ステップ S 15）。

[0053] 次に、係数更新装置 10 は、得られた計測車体速度 $V_{(t)}$ と車速センサの出力 $\omega_p(t)$ から式（1）により変換係数 K を算出して更新し、得られた計測車体速度 $V_{(t)}$ と 1 時刻前の計測車体速度 $V_{(t-1)}$ と時間間隔 Δt と加速度センサの出力 $\alpha_{ac}(t)$ から式（2）により加速度センサの感度係数 A とオフセット係数 B を算出して更新し、さらに得られた計測ヨーレート $\psi_{\text{dot}(t)}$ とジャイロセンサの出力 $\omega_g(t)$ から式（8）により感度係数 C とオフセット係数 D を算出して更新する（ステップ S 16）。

[0054] [5] ビーム角度の算出方法

次に、上記のビーム角度 ϕ の算出方法について詳しく説明する。

[0055] [5 . 1] 第 1 実施例

まず、ビーム角度 ϕ の算出方法の第 1 実施例を説明する。第 1 実施例は、ビーム角度 ϕ を正確に求める方法である。

[0056] [5 . 1 . 1] 概要説明

L i D A R による計測によって、車両位置から地物までの距離 r と、水平角度 θ と、垂直角度とが得られる。係数更新装置 10 のビーム角度算出部 14 は、図 4 (A) に示すように、L i D A R により得られる距離と角度データを、車両の進行方向を x 、横方向を y 、高さ方向を z とする直交座標 (x , y , z) に変換する。

[0057] 図 4 (B) は、対象となる地物の例として、円形の道路標識を L i D A R により計測した様子を示す。L i D A R の複数のビームにより、道路標識上に複数の計測点が形成される。ビーム角度算出部 14 は、対象とする地物に当たった複数のビームの計測値を取得する。このとき、地物の縁にかかるビームは反射率が低くなるため検出されないので、ビーム角度算出部 14 は、所定の閾値以上の反射率を有する計測点を道路標識上の計測点であると判定する。これにより、ビーム角度算出部 14 は、道路標識上に存在する複数の計測点を取得する。図 4 (B) の白抜きの丸は、閾値以下で検出されなかったビームをイメージしている。

[0058] 次に、ビーム角度算出部 14 は、図 4 (B) に示すように、各計測点の座標 (x_1 , y_1 , z_1)、(x_2 , y_2 , z_2)、 $\cdots$ (x_n , y_n , z_n) から、重心点の座標 G (x_g , y_g , z_g) を求める。次に、図 5 に示すように、ビーム角度算出部 14 は、重心点の座標 G (x_g , y_g , z_g) を用いて、車両 (原点) から重心点 (x_g , y_g , z_g) までの方向ベクトルを求める。また、ビーム角度算出部 14 は、各計測点の座標 (x_1 , y_1 , z_1)、(x_2 , y_2 , z_2)、 $\cdots$ (x_n , y_n , z_n) から、最小 2 乗法により、道路標識の表面を規定する平面の式を生成し、その平面の法線ベクトルを求める。そして、ビーム角度算出部 14 は、平面の法線ベクトル及び車両から重心点までの方向ベクトルの x y 成分から、2 つのベクトルのなす角度であるビーム角度 ϕ を求め

る。

[0059] [5. 1. 2] 詳細説明

次に、上記の算出方法を詳しく説明する。まず、円形の道路標識を含む平面の方程式の求め方を説明する。具体的に、ビーム角度算出部 14 は、道路標識上に存在する複数の計測点 (x_k, y_k, z_k) から、平面の方程式

[0060] [数13]

$$ax + by + cz + d = 0 \quad (13)$$

の係数 a 、 b 、 c 、 d を求める。いま、法線ベクトルの長さを 1 として、

[0061] [数14]

$$a^2 + b^2 + c^2 = 1 \quad (14)$$

とする。式 (13) を変形して、

[0062] [数15]

$$z = -\frac{a}{c}x - \frac{b}{c}y - \frac{d}{c} = \alpha x + \beta y + \gamma \quad (15)$$

を得る。

[0063] 式 (15) に (x_k, y_k) を代入して計算する右辺の値と、 z_k の値の誤差の総和 e は以下の式となる。

[0064] [数16]

$$e = \{z_1 - (\alpha x_1 + \beta y_1 + \gamma)\}^2 + \{z_2 - (\alpha x_2 + \beta y_2 + \gamma)\}^2 + \cdots + \{z_n - (\alpha x_n + \beta y_n + \gamma)\}^2 \quad (16)$$

最小二乗法により、式 (16) を最小にする (α, β, γ) を求める。式 (16) を最小にする (α, β, γ) は、それぞれで式 (16) を偏微分すると 0 になる。

[0065]

[数17]

$$\frac{\partial e}{\partial \alpha} = 2x_1(\alpha x_1 + \beta y_1 + \gamma - z_1) + 2x_2(\alpha x_2 + \beta y_2 + \gamma - z_2) + \cdots + 2x_n(\alpha x_n + \beta y_n + \gamma - z_n) = 2 \sum_{k=1}^n (\alpha x_k^2 + \beta x_k y_k + \gamma x_k - x_k z_k) = 0 \quad (17)$$

$$\frac{\partial e}{\partial \beta} = 2y_1(\alpha x_1 + \beta y_1 + \gamma - z_1) + 2y_2(\alpha x_2 + \beta y_2 + \gamma - z_2) + \cdots + 2y_n(\alpha x_n + \beta y_n + \gamma - z_n) = 2 \sum_{k=1}^n (\alpha x_k y_k + \beta y_k^2 + \gamma y_k - y_k z_k) = 0 \quad (18)$$

$$\frac{\partial e}{\partial \gamma} = 2(\alpha x_1 + \beta y_1 + \gamma - z_1) + 2(\alpha x_2 + \beta y_2 + \gamma - z_2) + \cdots + 2(\alpha x_n + \beta y_n + \gamma - z_n) = 2 \sum_{k=1}^n (\alpha x_k + \beta y_k + \gamma - z_k) = 0 \quad (19)$$

式(17)、(18)、(19)をまとめると以下ようになる。

[0066] [数18]

$$\begin{bmatrix} \sum_{k=1}^n x_k^2 & \sum_{k=1}^n x_k y_k & \sum_{k=1}^n x_k \\ \sum_{k=1}^n x_k y_k & \sum_{k=1}^n y_k^2 & \sum_{k=1}^n y_k \\ \sum_{k=1}^n x_k & \sum_{k=1}^n y_k & \sum_{k=1}^n 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \sum_{k=1}^n x_k z_k \\ \sum_{k=1}^n y_k z_k \\ \sum_{k=1}^n z_k \end{bmatrix} = 0 \quad (20)$$

式(20)により、逆行列を用いた演算により、以下のように (α, β, γ) を求めることができる。

[0067] [数19]

$$\begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{k=1}^n x_k^2 & \sum_{k=1}^n x_k y_k & \sum_{k=1}^n x_k \\ \sum_{k=1}^n x_k y_k & \sum_{k=1}^n y_k^2 & \sum_{k=1}^n y_k \\ \sum_{k=1}^n x_k & \sum_{k=1}^n y_k & \sum_{k=1}^n 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum_{k=1}^n x_k z_k \\ \sum_{k=1}^n y_k z_k \\ \sum_{k=1}^n z_k \end{bmatrix} \quad (21)$$

式(15)より、

[0068] [数20]

$$\alpha = -\frac{a}{c} \quad \beta = -\frac{b}{c} \quad \gamma = -\frac{d}{c}$$

であるから、

[0069]

[数21]

$$a = -c\alpha \quad b = -c\beta \quad d = -c\gamma \quad (22)$$

となる。

[0070] 式(22)を式(14)に代入すると、

[0071] [数22]

$$c^2\alpha^2 + c^2\beta^2 + c^2 = 1 \quad (23)$$

となり、よって

[0072] [数23]

$$c = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + 1}}$$

となる。

[0073] これを式(22)に代入すると a, b, d が求まり、最終的に以下の結果を得る。

[0074] [数24]

$$a = \frac{-\alpha}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + 1}} \quad b = \frac{-\beta}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + 1}} \quad c = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + 1}} \quad d = \frac{-\gamma}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + 1}} \quad (24)$$

次に、平面の法線ベクトルと直線の方法ベクトルについて説明する。まず、一般形で示される平面の方程式

[0075] [数25]

$$ax + by + cz + d = 0$$

の法線ベクトル N_v は以下である (図6(A) 参照)。

[0076]

[数26]

$$N_V = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$$

一方、一般形で示される直線の方程式

[0077] [数27]

$$\frac{x-x_0}{a} = \frac{y-y_0}{b} = \frac{z-z_0}{c}$$

の方向ベクトル D_V は以下である（図6（B）参照）。

[0078] [数28]

$$D_V = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$$

なお、 (x_g, y_g, z_g) と (x_0, y_0, z_0) の2点を通る直線の方程式は

[0079] [数29]

$$\frac{x-x_0}{x_g-x_0} = \frac{y-y_0}{y_g-y_0} = \frac{z-z_0}{z_g-z_0}$$

で与えられるため、 (x_0, y_0, z_0) が原点 $(0, 0, 0)$ である場合、

[0080] [数30]

$$\frac{x}{x_g} = \frac{y}{y_g} = \frac{z}{z_g}$$

となるので、方向ベクトル D_V は以下となる（図6（C）参照）。

[0081] [数31]

$$D_v = \begin{bmatrix} x_g \\ y_g \\ z_g \end{bmatrix}$$

次に、法線ベクトルと方向ベクトルのなす角、即ちビーム角 ϕ の算出について説明する。本実施例では、車両の高さ方向の成分を考慮していないので、 z 軸成分を無視すればよい。したがって、図 7 (A) に示すように、法線ベクトルと方向ベクトルを $x-y$ 平面に投影したベクトルをそれぞれ N_v' 、 D_v' とすると、法線ベクトル N_v' を角度 ϕ 回転させて $|D_v'| \propto |N_v'|$ 倍すると方向ベクトル D_v' になるため、以下の式で表せる。

[0082] [数32]

$$\frac{\sqrt{x_g^2 + y_g^2}}{\sqrt{a^2 + b^2}} \begin{bmatrix} \cos \phi & -\sin \phi \\ \sin \phi & \cos \phi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_g \\ y_g \end{bmatrix} \quad (25)$$

式 (25) を計算すると、以下の 2 式が得られる。

[0083] [数33]

$$\frac{\sqrt{x_g^2 + y_g^2}}{\sqrt{a^2 + b^2}} (a \cos \phi - b \sin \phi) = x_g \quad (26)$$

$$\frac{\sqrt{x_g^2 + y_g^2}}{\sqrt{a^2 + b^2}} (a \sin \phi + b \cos \phi) = y_g \quad (27)$$

式 (26)、(27) に対し、“一式 (26) $\times b$ + 式 (27) $\times a$ ” により $\cos \phi$ を削除すると、

[0084] [数34]

$$\frac{\sqrt{x_g^2 + y_g^2}}{\sqrt{a^2 + b^2}} (a^2 + b^2) \sin \phi = ay_g - bx_g$$

となるため、以下の式からビーム角度 ϕ が求められる。

[0085] [数35]

$$\sin \phi = \frac{ay_g - bx_g}{\sqrt{a^2 + b^2} \sqrt{x_g^2 + y_g^2}} \quad (28)$$

なお、本実施例では基本的に道路標識などの平面板状の地物をおもて面から計測することを前提としており、ビーム角度 ϕ の範囲は -90 [deg] ~ 90 [deg] となるので、式 (28) のようにビーム角度 ϕ を $\sin \phi$ で算出することが好ましい。

[0086] 上記のように、第1実施例は、最小2乗法で平面の方程式を求めているため、図7(B)に示すように、地物が多少曲面形状であったとしても法線ベクトルを求めることができる。さらに、図7(C)に示すように、地物の面に多少の凹凸があったとしても、最小2乗法による平面の方程式を作成することができ、法線ベクトルを求めることができる。

[0087] [5. 1. 3] 算出処理

次に、ビーム角度 ϕ の算出処理について説明する。図8は、第1実施例によるビーム角度の算出処理のフローチャートである。なお、この処理は、図3に示す係数更新処理のステップS11に相当する。

[0088] まず、ビーム角度算出部14は、LiDARにより地物Aを計測して得た n 個のデータ (x_k, y_k, z_k) から、重心点 $G(x_g, y_g, z_g)$ を算出し、車両から重心点 G へ方向ベクトル $D_v(x_g, y_g, z_g)$ とする。また、ビーム角度算出部14は、車両から重心点 G までの距離 $r_A[t]$ と角度 $\theta_A[t]$ を求める(ステップS21)。

[0089] 次に、ビーム角度算出部14は、 n 個のデータ (x_k, y_k, z_k) から、最小2乗法を用いて、平面の方程式 $ax + by + cz + d = 0$ を作成し、平面の法線ベクトル $N_v(a, b, c)$ を求める(ステップS22)。そして、ビーム角度算出部14は、法線ベクトル N_v と方向ベクトル D_v の xy 成分から、2つのベクトルがなす角度 ϕ を算出する(ステップS23)。以上でビー

ム角度 ϕ の算出処理は終了する。

[0090] [5. 2] 第 2 実施例

次に、ビーム角度 ϕ の算出方法の第 2 実施例を説明する。第 2 実施例は、ビーム角度 ϕ を簡易的に求める方法である。

[0091] [5. 2. 1] 算出方法

図 9 は、第 2 実施例によるビーム角度 ϕ の算出方法を示す。図 9 において、車両の位置を原点 O とし、平面板状の地物の両端が点 C 、 E であるとする。ビーム角度算出部 14 は、まず、地物の計測データから、その両端点 C 、 E までの距離、即ち、 OC 長、 OE 長と、その間の角度 $\Delta\theta$ を抽出する。

[0092] 次に、ビーム角度算出部 14 は、三角形 $\triangle OCE$ に対する余弦定理により、下記のように CE 長を求める。

[0093] [数36]

$$\overline{CE}^2 = \overline{OC}^2 + \overline{OE}^2 - 2\overline{OC} \overline{OE} \cos \Delta\theta$$

次に、ビーム角度算出部 14 は、求めた CE 長を利用して余弦定理を用いて、下記のように $\angle OCE$ の角度を求める。

[0094] [数37]

$$\cos \angle OCE = \frac{\overline{OC}^2 + \overline{CE}^2 - \overline{OE}^2}{2\overline{OC} \overline{CE}}$$

次に、ビーム角度算出部 14 は、辺 CE の中点を点 D (CD 長 $= DE$ 長) とし、三角形 $\triangle OCD$ に対する余弦定理により OD 長を求める。

[0095] [数38]

$$\overline{OD}^2 = \overline{OC}^2 + \overline{CD}^2 - 2\overline{OC} \overline{CD} \cos \angle OCD$$

次に、ビーム角度算出部 14 は、求めた OD 長を利用して、 $\angle CDO$ の角

度を求める。

[0096] [数39]

$$\cos \angle CDO = \frac{\overline{CD}^2 + \overline{OD}^2 - \overline{OC}^2}{2\overline{CD} \overline{OD}}$$

そして、ビーム角度算出部 14 は、90 度から $\angle CDO$ の角度を引いて角度 ϕ を求める。

[0097] [数40]

$$\phi = 90[\text{deg}] - \cos \angle CDO$$

こうして、ビーム角度 ϕ を簡易的に求めることができる。この方法の利点は、第 1 実施例よりも計算量が少なく済むことである。

[5. 2. 2] 算出処理

次に、ビーム角度 ϕ の算出処理について説明する。図 10 は、第 2 実施例によるビーム角度の算出処理のフローチャートである。なお、この処理は、図 3 に示す係数更新処理のステップ S 11 に相当する。

[0098] まず、ビーム角度算出部 14 は、地物 A を検出した複数のビームのうち、横方向に最も離れた 2 つのビームを選択して地物の両端点 C、E を求め、両端点 C、E までの距離 OC、OE 及びその間の角度 $\Delta \theta$ を取得する（ステップ S 31）。次に、ビーム角度算出部 14 は、両端点 C、E の中点 D を求め、車両からその中点 D までの距離（OD 長）を求める（ステップ S 32）。次に、ビーム角度算出部 14 は、車両と中点 D とを結んだ直線 OD と地物の平面とがなす角度（ $\angle CDO$ ）を求める（ステップ S 33）。そして、ビーム角度算出部 14 は、求めた角度（ $\angle CDO$ ）を 90 度から減算して角度 ϕ を算出する（ステップ S 34）。以上でビーム角度 ϕ の算出処理は終了する。

[0099] [5. 3] 第 3 実施例

次に、ビーム角度 ϕ の算出方法の第 3 実施例を説明する。第 3 実施例は、ビーム角度 ϕ を近似的に求める方法である。

[0100] [5. 3. 1] 算出方法

図11は、第3実施例によるビーム角度 ϕ の算出方法を示す。図11において、車両の位置を原点Oとし、平板状の地物の両端が点C、Eであるとする。ビーム角度算出部14は、まず地物の計測データから、その両端点C、Eまでの距離、即ち、OC長、OE長と、その間の角度 $\Delta\theta$ を抽出する。

[0101] 次に、直線OE上に、OC長と同じ長さとなる点Fを設けると、

[0102] [数41]

$$\overline{FE} = \overline{OE} - \overline{OC} \quad (29)$$

となる。

[0103] また、三角形 $\triangle OCF$ は二等辺三角形であるので、

[0104] [数42]

$$\overline{CF} = 2\overline{OC} \sin \frac{\Delta\theta}{2} \quad (30)$$

となる。

[0105] ここで、車両から地物までの距離が数メートル以上であれば、直線OCと直線OEはほぼ平行とみなすことができる。よって、三角形 $\triangle CFE$ を、 $\angle CFE$ が直角である直角三角形とみなすと、角度 ϕ は以下のように得られる。

[0106] [数43]

$$\tan \phi = \frac{\overline{FE}}{\overline{CF}} \quad (31)$$

この方法の利点は、第2実施例よりもさらに計算量が少なく済むことである。

[5. 3. 2] 算出処理

次に、ビーム角度 ϕ の算出処理について説明する。図12は、第3実施例によるビーム角度の算出処理のフローチャートである。なお、この処理は、

図3に示す係数更新処理のステップS11に相当する。

[0107] まず、ビーム角度算出部14は、地物Aを検出した複数のビームのうち横方向に最も離れた2つのビームを選択して地物の両端点C、Eを求め、両端点C、Eまでの距離OC、OE及びその間の角度 $\Delta\theta$ を取得する（ステップS41）。次に、ビーム角度算出部14は、車両から端点Eまでの直線OE上に点Fを設け、前述の式（29）により点Fから端点EまでのFE長を算出する（ステップS42）。

[0108] 次に、ビーム角度算出部14は、OC長と角度 $\Delta\theta$ を用いて、式（30）によりCF長を算出する（ステップS43）。そして、ビーム角度算出部14は、FE長とCF長を用いて、式（31）により角度 ϕ を算出する（ステップS44）。以上でビーム角度 ϕ の算出処理は終了する。

[0109] [6] 地物計測中の車両の移動を考慮した地物の計測点の座標計算

上述したヨー角変化量 $\Delta\Psi$ の算出は、地物の法線ベクトルと車両から地物までの方向ベクトルとがなす角度 ϕ を求めることにより行われる。しかし、水平方向にスキャンするタイプのLiDARの場合、対象とする地物の左端と右端を計測する時刻が異なるので、その時間内に車両自身が移動すると、計測の基準位置と基準方位が異なることになる。よって、計測の基準位置と基準方位を合わせないままでは、角度 ϕ の算出に含まれる誤差が大きくなってしまう。

[0110] 図13（A）は、LiDARにより1つの地物を計測する間に車両が移動する様子を示す。地物の左端を計測するときには車両は位置 P_1 にあり、地物の右端を計測するときには車両は位置 P_n に移動している。

[0111] 図13（B）は、図13（A）の例においてLiDARで計測した地物上の点の座標（ r 、 θ ）を、車両の位置を原点とした（ x 、 y ）座標に変換したものを示す。車両の移動に伴って、地物までの距離と方向が変化するため、地物の平面が歪んだものになってしまう。その結果、地物の中心（又は重心）座標と法線ベクトルとがずれてしまう。

[0112] 図14（A）に示すように、水平スキャン型のLiDARのスキャン周期

が T [s] の場合、スキャン角周波数 ω [rad/s] は、 $\omega = 2\pi/T$ となり、 r [m] 先でのビームが移動する速度は $r\omega$ [m/s] となる。そこに幅 W [m] の道路標識があった場合、その道路標識をスキャンする時間 ΔT は以下となる。

[0113] [数44]

$$\Delta T = \frac{W}{r\omega} = \frac{W}{2\pi r} T \quad (32)$$

つまり、図14 (A) のようにLiDARのスキャンが時計回りであるとすると、道路標識の左端と右端の計測に ΔT の時間差があることになる。仮に、LiDARのスキャン周期が100 [ms] の場合、10 [m] 先の60 [cm] 幅の道路標識をビームが計測する時間は、式(32)に $T=0.1$ 、 $r=10$ 、 $W=0.6$ を代入して、 $\Delta T=0.955$ [ms] と求められる。車両の速度が100 [km/h] の時を想定すると、 $\Delta T=0.955$ [ms] の間に、車両は2.65 [cm] 進むことになる。また、仮に道路標識がもっと近く、2 [m] 先の位置にあるとすると、 $r=2$ を代入して、 $\Delta T=4.775$ [ms] となり、車両は13.26 [cm] 進むことになる。

[0114] 従って、車両の速度が速いほど、また対象の地物が近いほど、地物の計測時間内における車両の移動距離が長くなる。その移動距離を考慮せずに計算を行うと、前述のように誤差が大きくなってしまう。よって、車体速度とヨー角変化量の高精度な算出のためには、地物の計測時間内における車両の移動を考慮する必要がある。

[0115] 上記の考察で見積もりした道路標識の計測時間は数ms程度であるため、その時間内では車両の速度やヨーレートの変化はほぼ無いとみなすことができる。よって、前の時刻で計算された自車の速度とヨーレートの値を用いて、現在の地物計測中における車両の方向変化分と位置変化分を算出し、その変化分を用いて各計測点の座標を求めればよい。

[0116] 例えば、図14 (B) において、 P_k 点で計測した地物の座標を、 P_1 点の

座標系を用いた値に変換する。順番としては、まず P_k 点において破線で示す座標軸へと座標を回転させ、その後、 x 方向と y 方向の位置の差分 (Δx_k , Δy_k) を加算する。

[0117] まず、 P_k 点で計測した距離 r_k と角度 θ_k から、以下のように P_k 点を原点とする $x y$ 座標系の値 (x_k , y_k) が得られているものとする。

[0118] [数45]

$$x_k = r_k \cos \theta_k \quad y_k = r_k \sin \theta_k$$

ヨーレートが一定という前提があるため、 P_1 点から P_k 点までの Δt_k 間の方
向の変化量 ψ_k は次式となる。

[0119] [数46]

$$\psi_k = \psi_{\text{dot}(t)} \Delta t_k \quad (33)$$

また、仮想的な中心点 O からの回転半径 R を想定すると、

[0120] [数47]

$$R = \frac{V}{\psi_{\text{dot}(t)}}$$

となるため、 Δx_k と Δy_k は以下のように表すことができる。

[0121] [数48]

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_k &= \frac{V}{\psi_{\text{dot}(t)}} \sin \psi_k & (\psi_{\text{dot}(t)} \neq 0) \\ \Delta x_k &= V \Delta t_k & (\psi_{\text{dot}(t)} = 0) \end{aligned} \right\} \quad (34)$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta y_k &= \frac{V}{\psi_{\text{dot}(t)}} (1 - \cos \psi_k) & (\psi_{\text{dot}(t)} \neq 0) \\ \Delta y_k &= 0 & (\psi_{\text{dot}(t)} = 0) \end{aligned} \right\} \quad (35)$$

よって、 P_k 点で計測する地物の座標は、 P_1 点を基準位置にすると、以下で計算される。

[0122] [数49]

$$\begin{bmatrix} x'_k \\ y'_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\psi_k & \sin\psi_k \\ -\sin\psi_k & \cos\psi_k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_k \\ y_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta x_k \\ \Delta y_k \end{bmatrix} \quad (36)$$

よって、地物の n 個の計測点に対して上記の計算を行い、算出した複数の座標点を用いて地物の重心点又は中点、及び、法線ベクトルを求めて角度 ϕ を算出すればよい。

[0123] 図15は、地物計測時間内の車両の移動を考慮した、地物の計測点の座標計算処理のフローチャートである。この処理は、前述の地物計測部13により行われる。まず、地物計測部13は、前の時刻で計測（あるいは推定）した自車の速度 $V_{(t-1)}$ とヨーレート $\Psi_{dot(t-1)}$ を読み出し（ステップS50）、平面形状の道路標識である地物Aを対象とした n 点の計測データを取得する（ステップS51）。次に、地物計測部13は、地物の計測データの左端のデータ P_1 を基準の位置及び方位に設定する（ステップS52）。

[0124] 次に、地物計測部13は、係数 k に「1」をセットし（ステップS53）、係数 k が計測データ数 n 以下か否かを判定する（ステップS54）。係数 k が計測データ数 n 以下である場合（ステップS54：YES）、地物計測部13は点 P_1 から点 P_k までの時間差 Δt_k を求める（ステップS55）。

[0125] 次に、地物計測部13は、前述の式（33）を用いて、 P_1 点から P_k 点までの角度変化 ψ_k を求め（ステップS56）、さらに式（34）、（35）を用いて P_1 点から P_k 点までの位置の差（ Δx_k , Δy_k ）を求める（ステップS57）。そして、地物計測部13は、式（36）を用いて、 P_1 点を基準とした座標系における P_k 点での地物の座標を算出する（ステップS58）。

[0126] 次に、地物計測部13は、係数 k をインクリメントし（ステップS59）、ステップS54へ戻る。そして、係数 k が計測データ数 n を超えると（ステップS54：NO）、処理は終了する。こうして得られた計測データを用

いてビーム角度 ϕ を算出することにより、地物の計測時間内の車両の移動分を補正し、移動距離 ΔL 及びヨー角変化量を高精度で算出することが可能となる。また、ヨー角変化量 $\Delta \Psi$ を積分することにより、ヨー角 Ψ を算出することができ、ヨー角変化量 $\Delta \Psi$ を所定時間 Δt で除算することによりヨーレート $\Psi_{\text{dot}}(t)$ を算出することができる。さらに、移動距離 ΔL を所定時間 Δt で除算することにより車体速度 V を算出することができ、移動距離 ΔL を積分することにより移動距離 L を算出することもできる。

[0127] [7] 変形例

地物の平面に対してLiDARのビームが小さな角度で入射すると、距離計測値の誤差が大きくなるため、その状態で算出する車体速度とヨー角変化量にも誤差が大きくなる。従って、地物の法線ベクトルと車両から地物までの方向ベクトルとのなす角度 ϕ が大きいときは、誤差が大きいと判断し、車速センサの変換係数や、加速度センサとジャイロセンサの感度係数とオフセット係数を算出する際、重み付け値を小さくして平均化処理を行うことが好ましい。これにより、誤差の含まれる算出値の影響を小さくして、感度係数やオフセット係数を算出することができる。

産業上の利用可能性

[0128] 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

- [0129] 7 車速センサ
 8 加速度センサ
 9 ジャイロセンサ
 1 2 外界センサ
 1 3 地物計測部
 1 4 ビーム角度算出部
 1 5 係数計算部
 1 6 ヨー角変化量計算部

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1の地物上の少なくとも2つの位置までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記地物の方向と前記移動体の進行方向とがなす角度をそれぞれ取得する第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移動距離及び前記移動体の進行方向の変化量のうち少なくとも一方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] 前記少なくとも2つの位置の座標を取得する第2取得部を更に備え、

前記算出部は、前記第1時刻及び前記第2時刻における、(i)前記移動体から前記少なくとも2つの位置までのそれぞれの距離及び前記少なくとも2つの位置の座標に基づいて算出される、前記地物の表面に対する法線と前記移動体からみた前記地物上の1つの位置の方向とがなす角度、並びに(ii)前記移動体からみた前記1つの位置の方向と前記移動体の進行方向とがなす角度、に基づき前記移動距離及び前記変化量のうち少なくとも一方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1取得部は、

前記移動体から前記1の地物の少なくとも3つの位置までの距離及び前記移動体から見た前記少なくとも3つの位置の方向から、前記少なくとも3つの位置の座標を計算する第1計算部と、

前記少なくとも3つの位置の座標に基づいて前記地物の表面の重心点の座標を計算し、前記移動体からみた前記重心点の方向を決定する第1方向決定部と、

前記少なくとも3つの位置の座標に基づいて前記地物の表面を規定する平面の式を計算し、前記平面の式に基づいて前記地物の表面に対

する法線の方角を決定する第2方角決定部と、

前記重心点の方角と前記法線の方角とのなす角度を計算する第2計算部と、を備え、

前記算出部は、前記第1時刻及び第2時刻それぞれにおける、前記移動体から前記重心点までの距離、前記移動体からみた前記重心点の方角と前記移動体の進行方角とがなす角、及び、前記重心点の方角と前記法線の方角とのなす角に基づき、前記移動距離及び前記変化量のうち少なくとも一方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4]

前記第1取得部は、

前記移動体から前記1の地物の両端点までの距離、及び、前記移動体からみた前記両端点それぞれの方角がなす角度を計算する第3計算部と、

前記両端点までの距離、及び、前記移動体からみた前記両端点それぞれの方角がなす角に基づいて、前記1の地物の中点の座標を決定する第1中点決定部と、

前記移動体からみた前記中点の方角と、前記中点における前記地物の表面に対する法線の方角とがなす角度を計算する第4計算部と、を備え、

前記算出部は、前記第1時刻及び第2時刻それぞれにおける、前記移動体から前記中点までの距離、前記移動体からみた前記中点の方角と前記移動体の進行方角とがなす角、及び、前記中点の方角と前記法線の方角とがなす角に基づき、前記移動距離及び前記変化量のうち少なくとも一方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5]

前記第1取得部は、

前記移動体から前記1の地物の両端点までの距離、及び、前記移動体からみた前記両端点それぞれの方角のなす角度を計算する第5計算

部と、

前記両端点までの距離、及び、前記移動体からみた前記両端点それぞれの方向がなす角に基づき前記 1 の地物の midpoint の座標を決定する第 2 midpoint 決定部と、

前記移動体からみた前記両端点それぞれの方向が平行であるとみなして、前記移動体からみた前記 midpoint の方向と、前記 midpoint における前記地物の表面に対する法線の方向とがなす角度を計算する第 6 計算部と、を備え、

前記算出部は、前記第 1 時刻及び第 2 時刻それぞれにおける、前記移動体から前記 midpoint までの距離、前記移動体からみた前記 midpoint の方向と前記移動体の進行方向とがなす角度、及び、前記 midpoint の方向と前記法線の方向とがなす角度に基づいて、前記移動距離及び前記変化量のうち少なくとも一方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6] 前記地物上の複数の位置のうちの 1 つを計測したときの前記移動体の位置である移動体位置を基準位置とし、前記複数の位置のうち前記基準位置以外の前記移動体位置で計測した位置の座標を、前記基準位置の座標系における座標に変換する座標変換部を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の測定装置。

[請求項7] 前記算出部は前記移動距離を算出し、
前記測定装置は、前記移動距離に基づき算出される、単位時間あたりの移動距離に基づき、前記移動体に搭載される車速センサの前記第 2 時刻における出力結果から前記移動体の速度を算出するための第 1 情報を補正する第 1 補正部を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の測定装置。

[請求項8] 前記算出部は前記移動距離を算出し、
前記測定装置は、前記移動距離に基づき算出される、単位時間あたりの移動距離に基づき、前記移動体に搭載される加速度センサの前記

第2時刻における出力結果から前記移動体の速度を算出するための第2情報を補正する第2補正部を更に備えることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか一項に記載の測定装置。

[請求項9]

前記算出部は前記変化量を算出し、

前記測定装置は、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3情報を補正する第3補正部を更に備えることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか一項に記載の測定装置。

[請求項10]

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1の地物上の少なくとも2つの位置までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記地物の方向と前記移動体の進行方向とがなす角度をそれぞれ取得する第1取得工程と、

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移動距離及び前記移動体の進行方向の変化量のうち少なくとも一方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11]

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1の地物上の少なくとも2つの位置までのそれぞれの距離及び前記移動体からみた前記地物の方向と前記移動体の進行方向とがなす角度をそれぞれ取得する第1取得部、

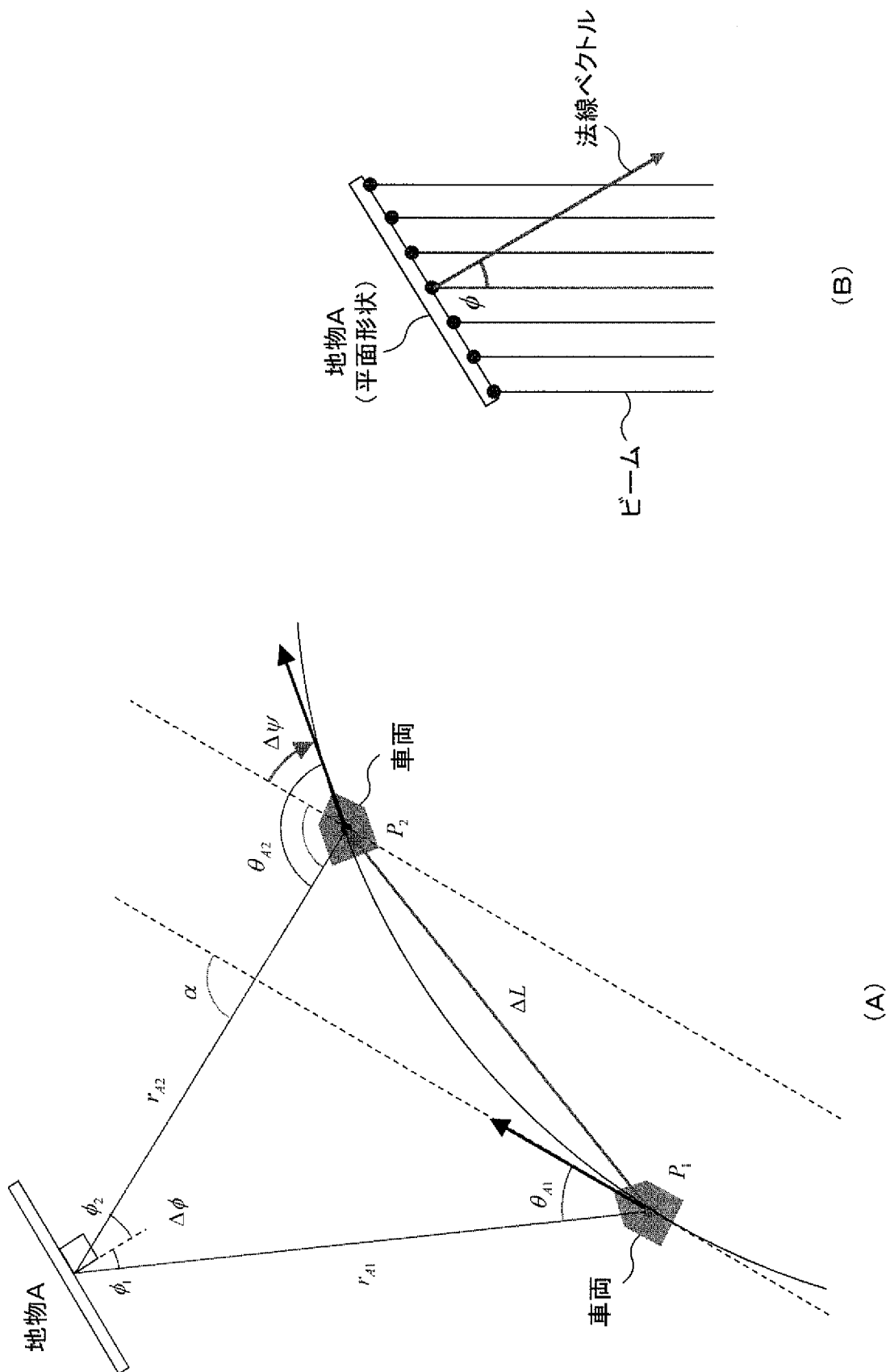
前記第1取得部の取得結果に基づき、前記第1時刻から前記第2時刻までの前記移動体の移動距離及び前記移動体の進行方向の変化量のうち少なくとも一方を算出する算出部、

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

。

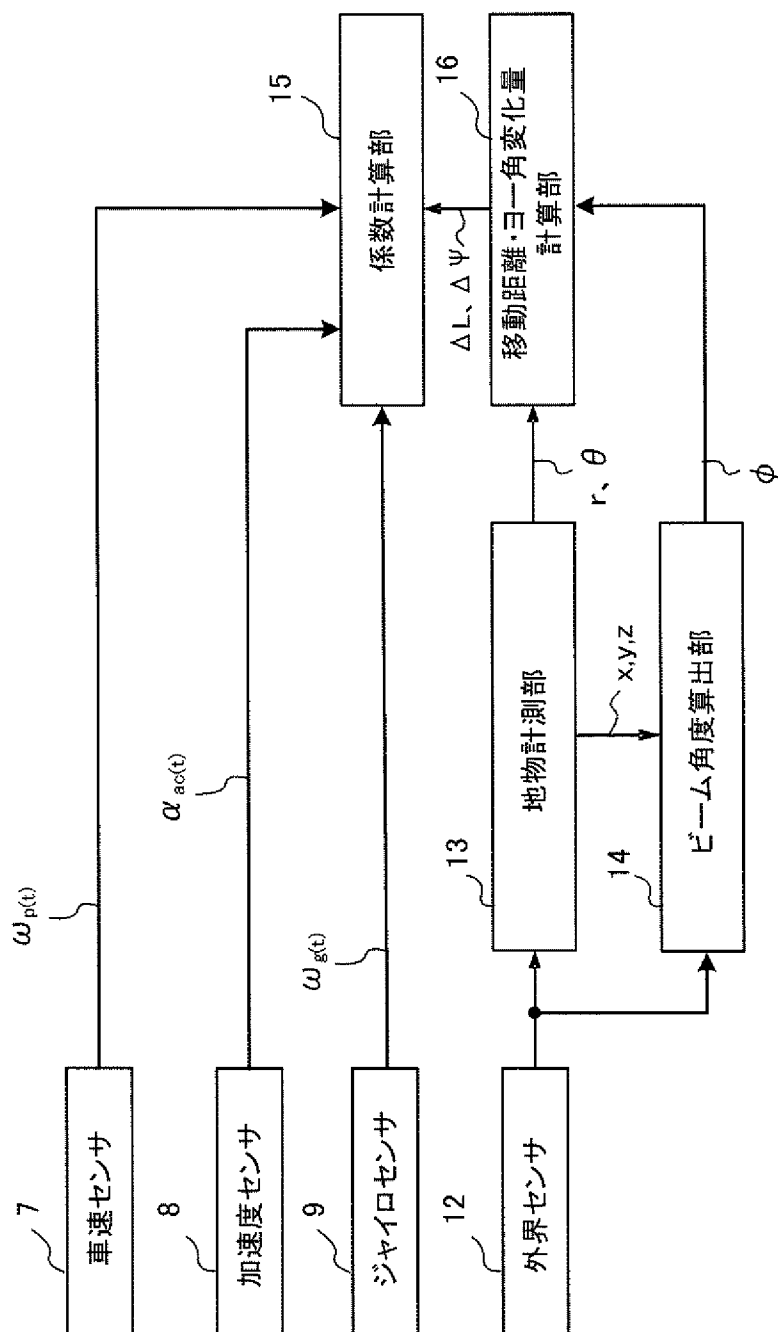
[請求項12] 請求項 1 1 に記載のプログラムを記憶した記憶媒体。

[図1]

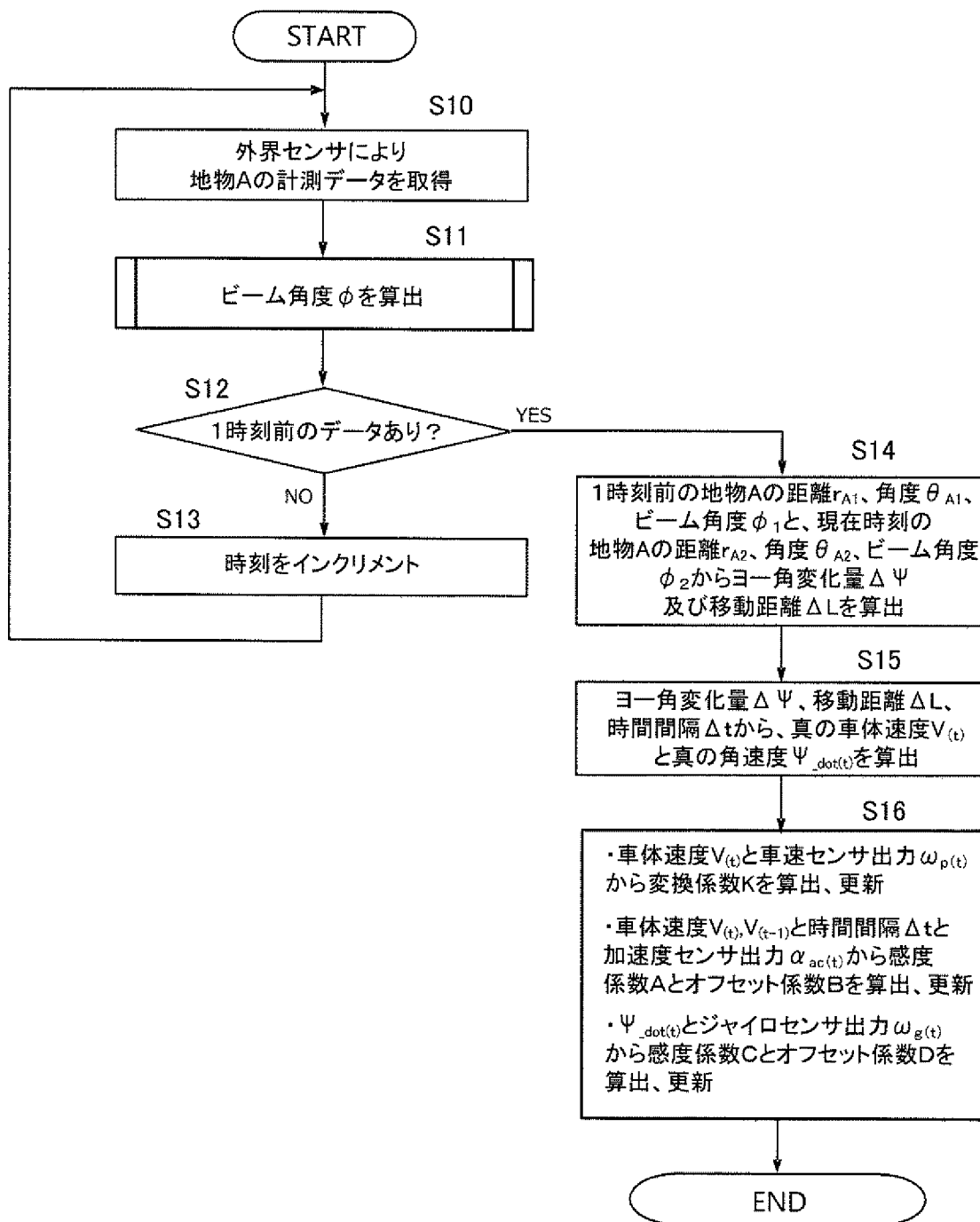


[図2]

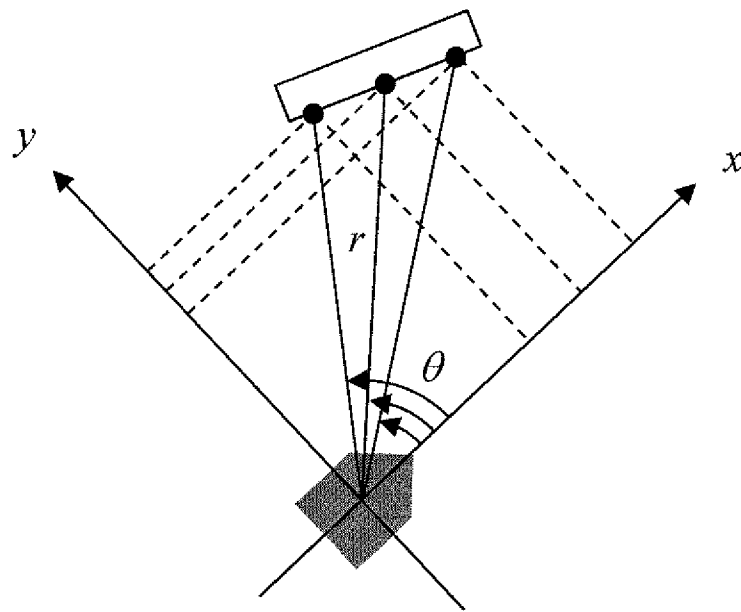
10



[図3]

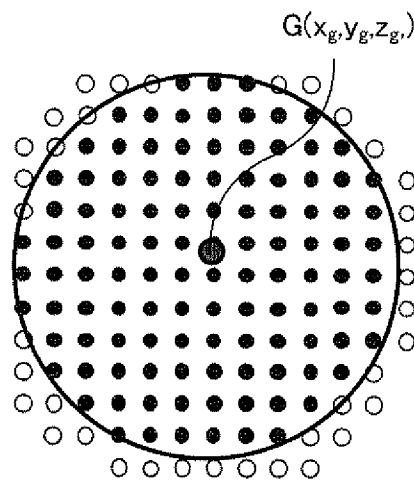


[図4]



座標変換の様子
(上から見た図)

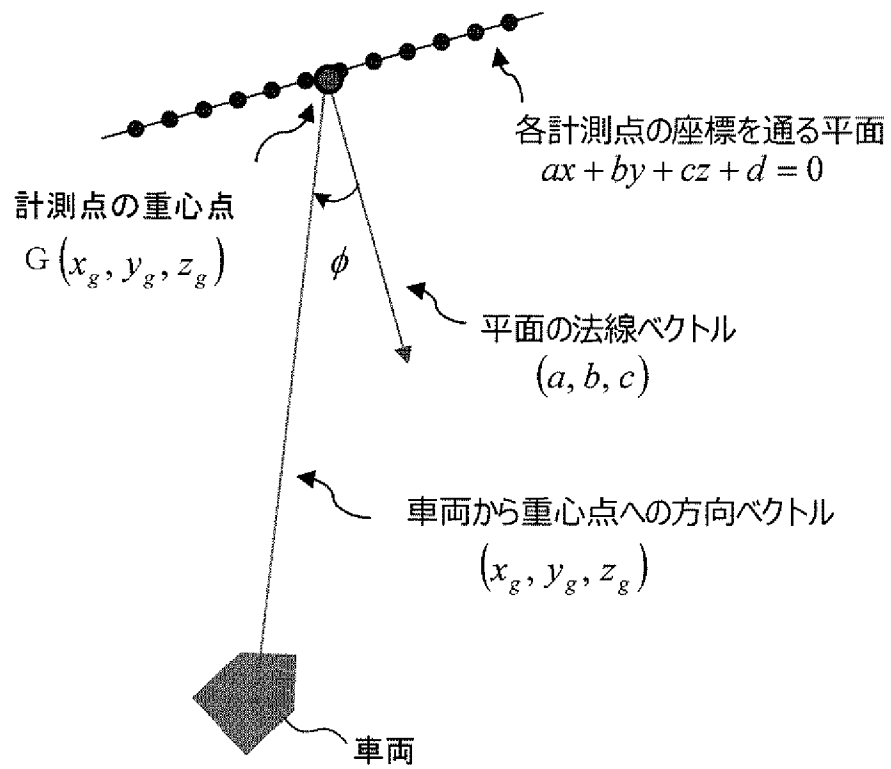
(A)



円形の道路標識への計測イメージ
(正面から見た図)

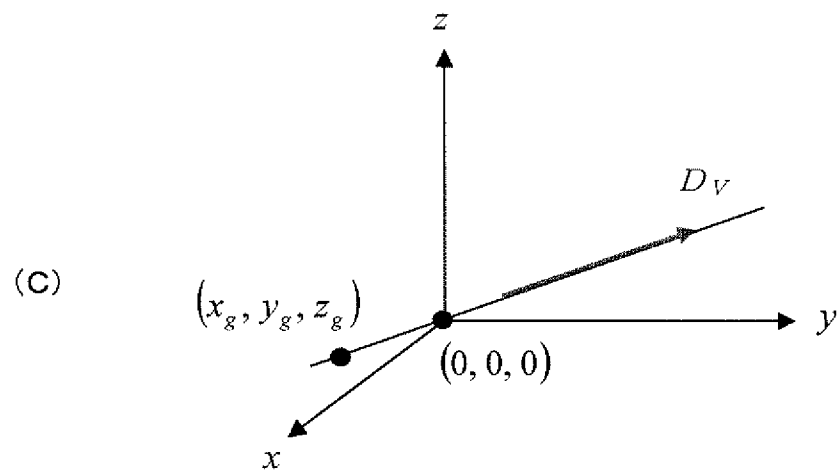
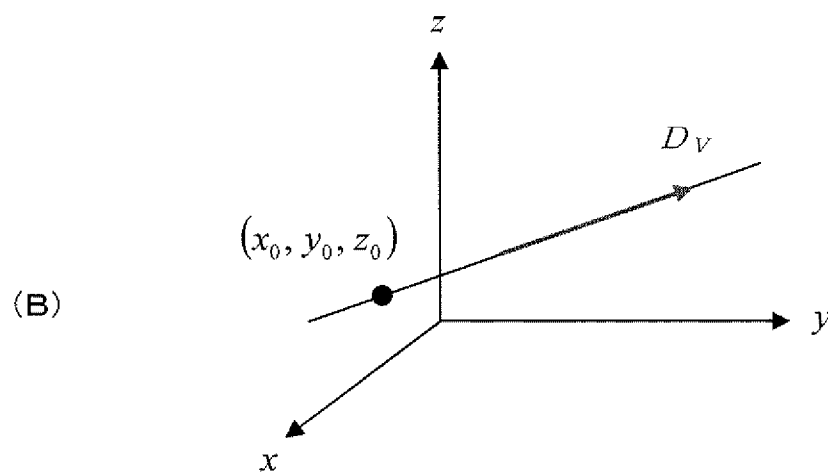
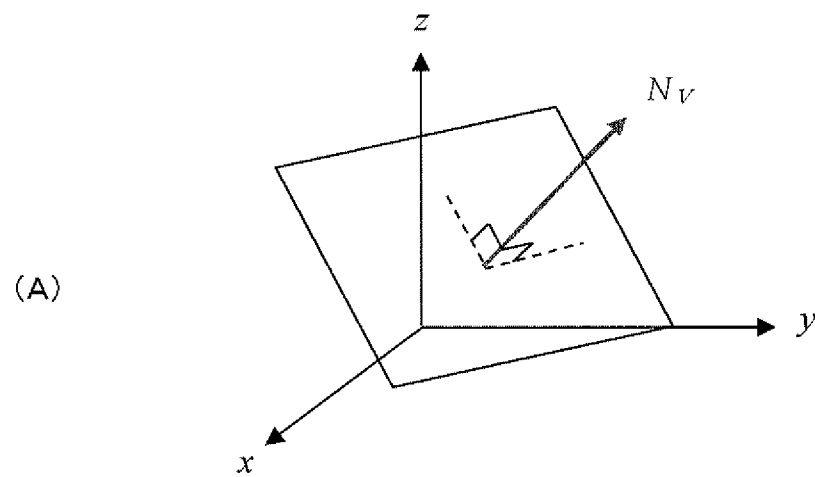
(B)

[図5]

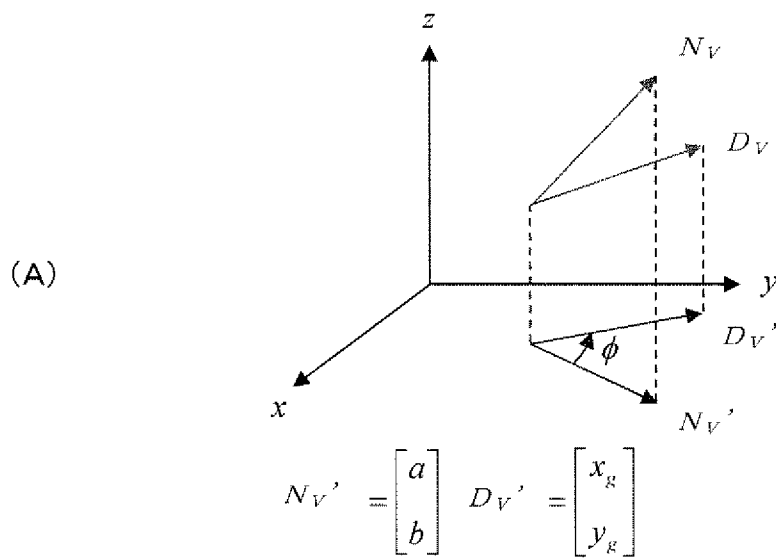


$$\sin \phi = \frac{ay_g - bx_g}{\sqrt{a^2 + b^2} \sqrt{x_g^2 + y_g^2}}$$

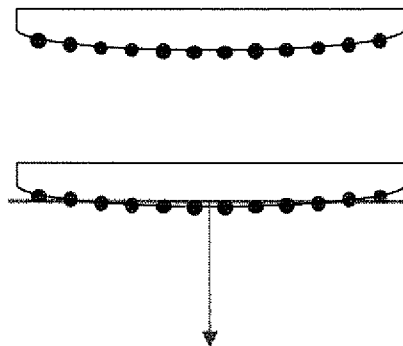
[図6]



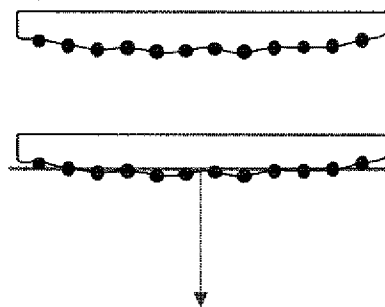
[図7]



(B)



(C)



[図8]

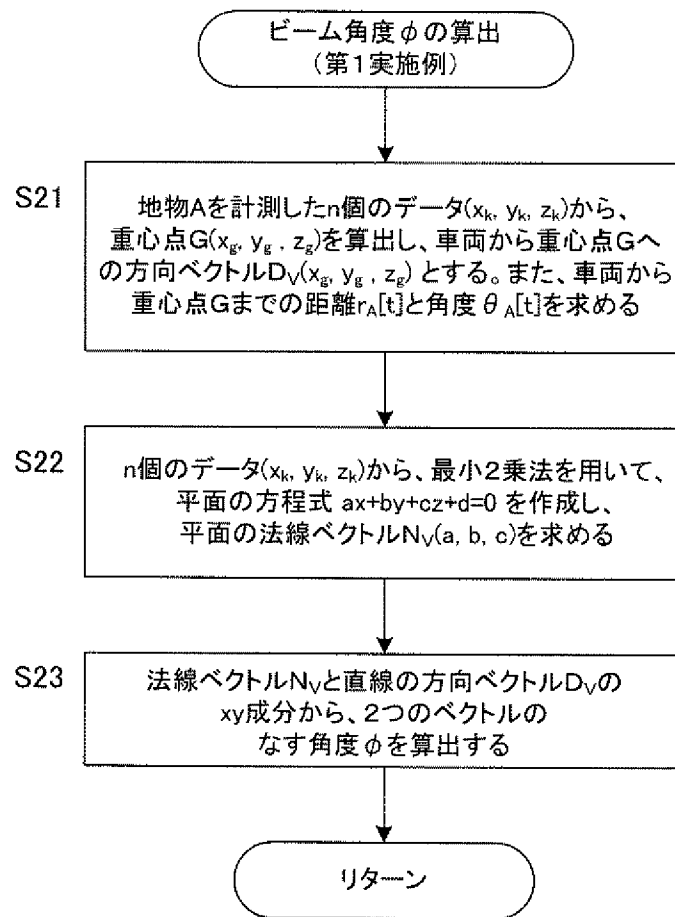
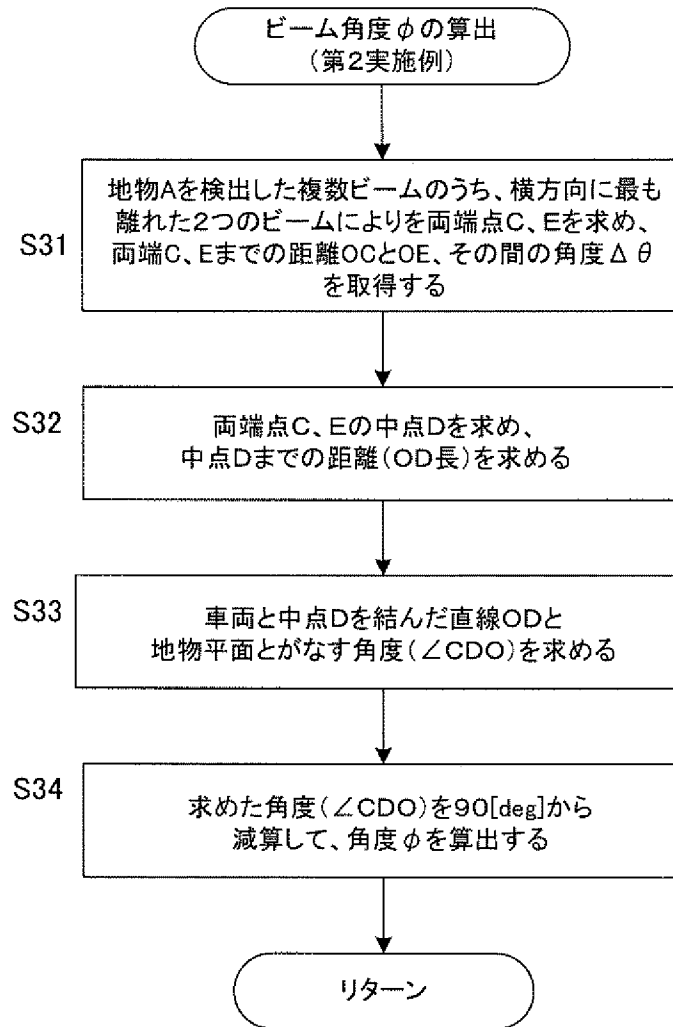


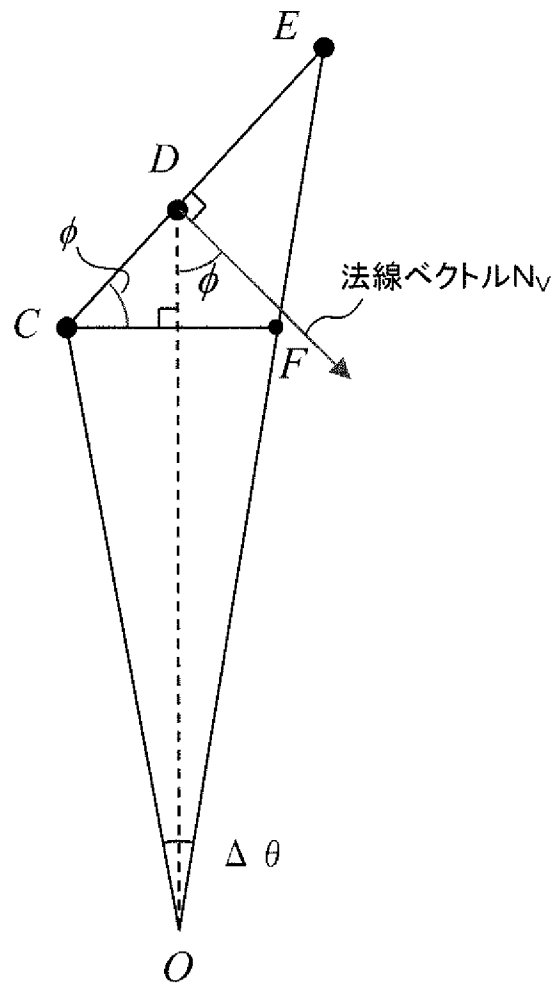
Figure 1 is a geometric diagram illustrating the relationship between vectors O , C , E , and D . The vector O is the origin. The angle between OC and OE is $\Delta\theta$. The angle between OC and DE is ϕ . A normal vector N_V is shown perpendicular to the line segment DE .

座標変換の様子
(上から見た図)

[図10]

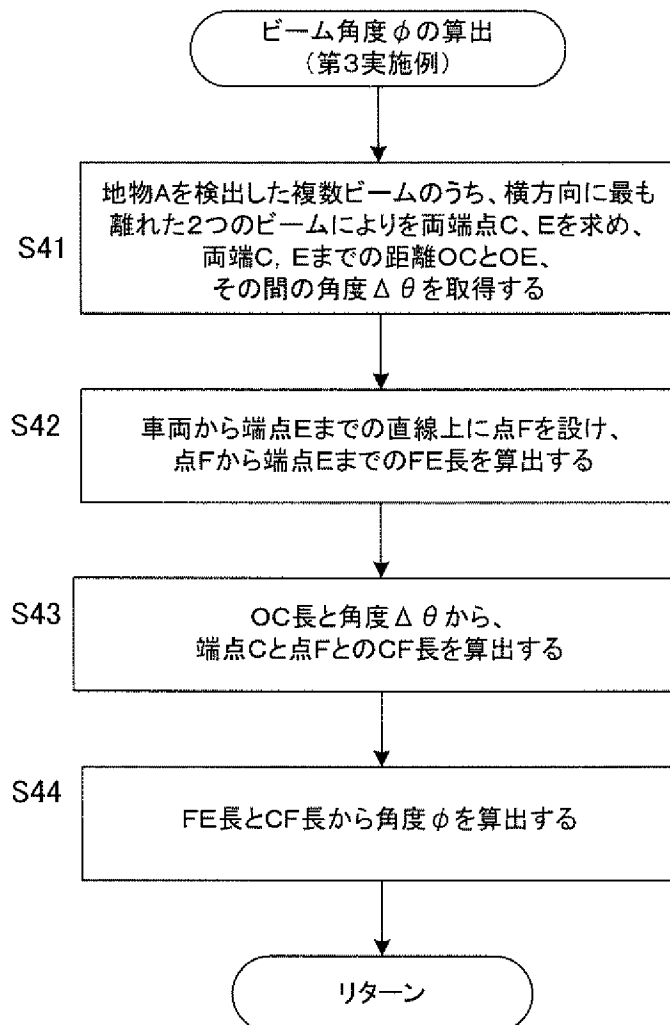


[図11]

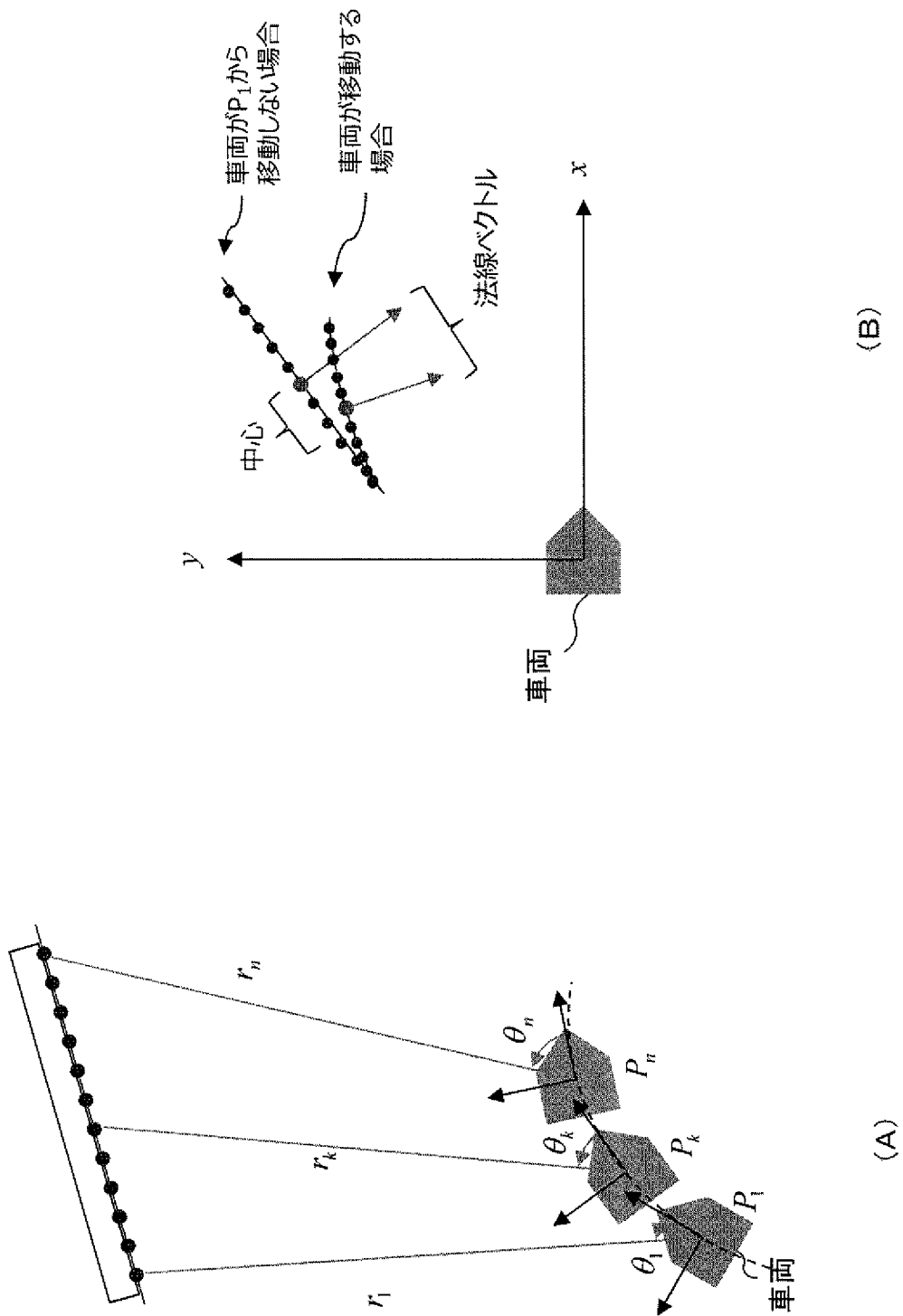


座標変換の様子
(上から見た図)

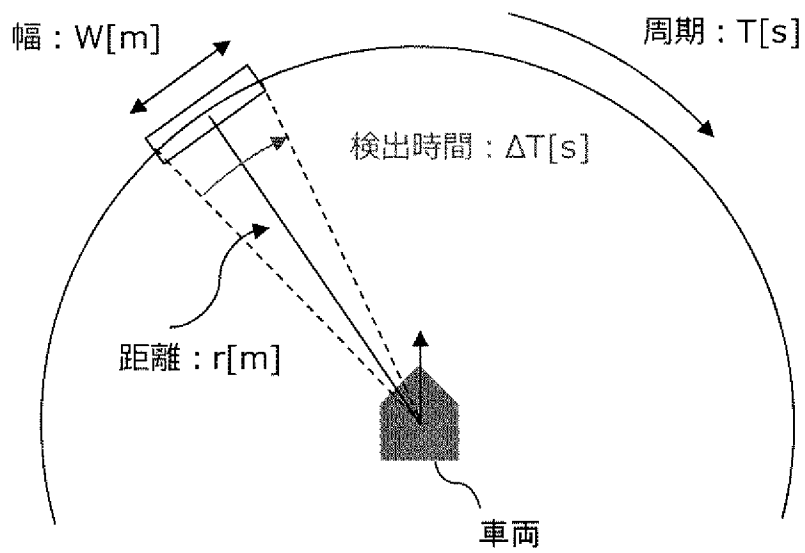
[図12]



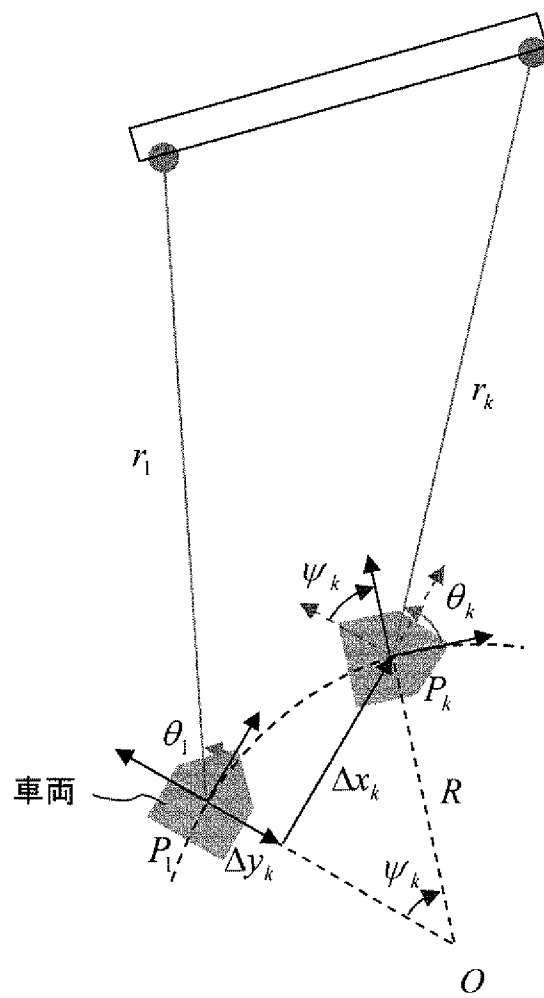
[図13]



[図14]

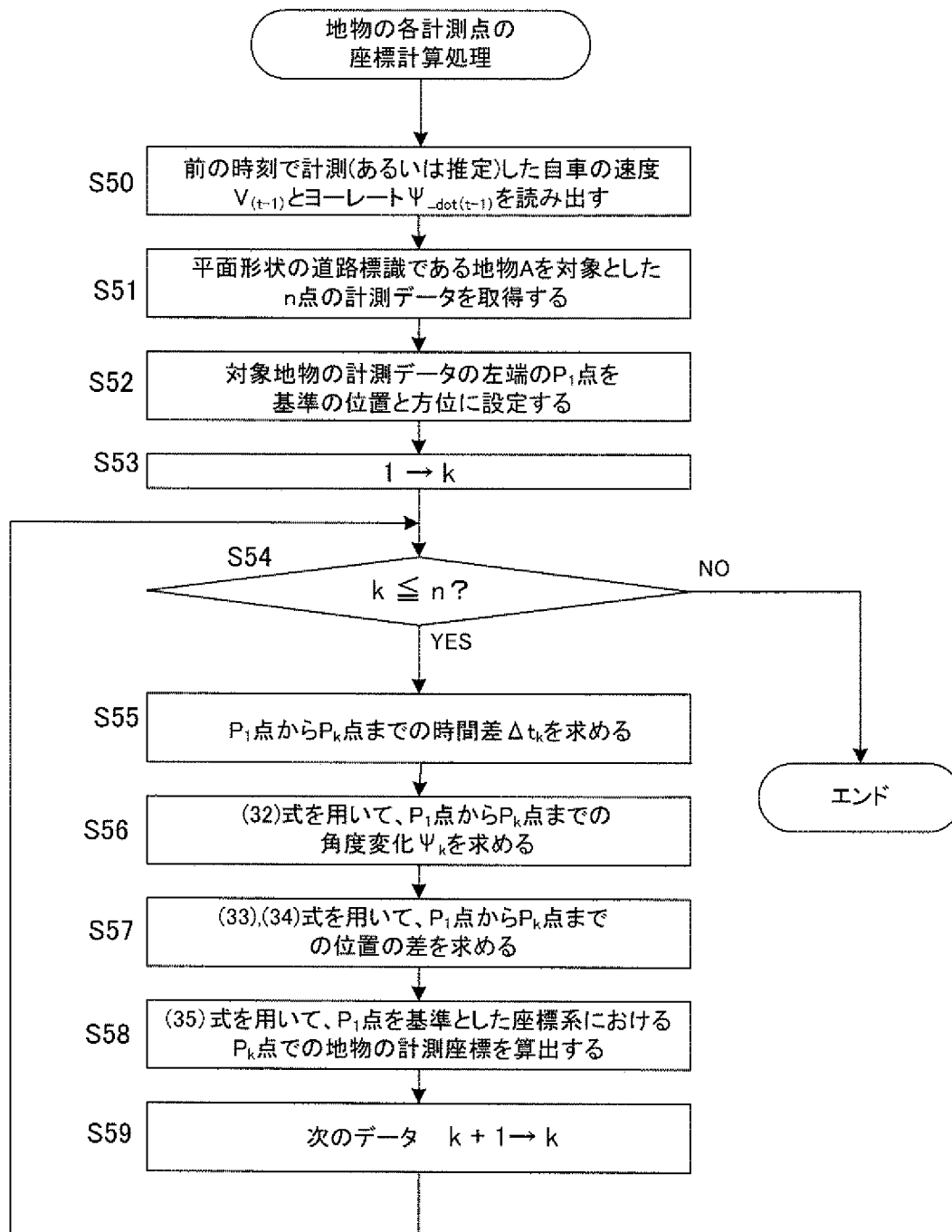


(A)



(B)

[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/060509

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60W40/114(2012.01)i, B60W40/105(2012.01)i, G01C22/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2006-160116 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 22 June 2006 (22.06.2006), paragraphs [0011], [0027], [0063] to [0066], [0068]; fig. 13 (Family: none)	1, 6, 10-12 7-9 2-5
Y	JP 2008-008783 A (Toyota Motor Corp.), 17 January 2008 (17.01.2008), paragraphs [0016] to [0017], [0029], [0061] to [0063] (Family: none)	7-9
A	JP 2014-098613 A (KDDI Corp.), 29 May 2014 (29.05.2014), paragraph [0010] (Family: none)	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 June 2016 (27.06.16)

Date of mailing of the international search report

05 July 2016 (05.07.16)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/060509

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.), 22 April 2013 (22.04.2013), paragraphs [0093], [0096] to [0097], [0107] (Family: none)	1-12
A	JP 2005-025497 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 27 January 2005 (27.01.2005), paragraphs [0005], [0026], [0035] (Family: none)	1-12
A	JP 10-142336 A (Mitsubishi Motors Corp.), 29 May 1998 (29.05.1998), paragraphs [0009], [0026], [0037] (Family: none)	1-12
A	JP 2008-249639 A (Mitsubishi Electric Corp.), 16 October 2008 (16.10.2008), paragraphs [0020], [0025], [0039] (Family: none)	1-12
A	US 2010/0017128 A1 (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS, INC.), 21 January 2010 (21.01.2010), paragraph [0017] & DE 102008026397 A & CN 101320089 A	1-12
A	US 2015/0025786 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH), 22 January 2015 (22.01.2015), paragraphs [0034] to [0039] & WO 2013/127757 A1 & EP 2819901 A & DE 102012203037 A1 & CN 104136298 A	1-12

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, B60W40/105(2012.01)i, G01C22/00(2006.01)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, G01C21/00-22/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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 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 請求項の番号
X Y A	JP 2006-160116 A（株式会社豊田中央研究所）2006.06.22, 段落[0011], [0027], [0063]-[0066], [0068], 図13（ファミリーなし）	1, 6, 10-12 7-9 2-5
Y	JP 2008-008783 A（トヨタ自動車株式会社）2008.01.17, 段落[0016]-[0017], [0029], [0061]-[0063]（ファミリーなし）	7-9
A	JP 2014-098613 A（KDDI株式会社）2014.05.29, 段落[0010]（ファミリーなし）	1-12

☒ 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

2 7 . 0 6 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 7 . 2 0 1 6

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）

3 Z

9 7 1 6

▲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 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 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, 段落[0093], [0096]-[0097], [0107] (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2005-025497 A (日産自動車株式会社) 2005. 01. 27, 段落[0005], [0026], [0035] (ファミリーなし)	1-12
A	JP 10-142336 A (三菱自動車工業株式会社) 1998. 05. 29, 段落[0009], [0026], [0037] (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2008-249639 A (三菱電機株式会社) 2008. 10. 16, 段落[0020], [0025], [0039] (ファミリーなし)	1-12
A	US 2010/0017128 A1 (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS, INC.,) 2010. 01. 21, 段落[0017] & DE 102008026397 A & CN 101320089 A	1-12
A	US 2015/0025786 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH) 2015. 01. 22, 段落[0034]-[0039] & WO 2013/127757 A1 & EP 2819901 A & DE 102012203037 A1 & CN 104136298 A	1-12