(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 6 月 29 日(29.06.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/109979 A1

(51) 国際特許分類:
G01C 22/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/086350

(22) 国際出願日: 2015 年 12 月 25 日(25.12.2015)

(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２８番８号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 新原　諒子(NIIHARA, Ryoko); 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉１番１号　パイオニア株式会社内 Kanagawa (JP). 加藤　正浩(KATO, Masahiro); 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉１番１号　パイオニア株式会社内 Kanagawa (JP). 金子　一嗣(KANEKO, Hitoshi); 〒3508555 埼玉県川越市山田２５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１６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).

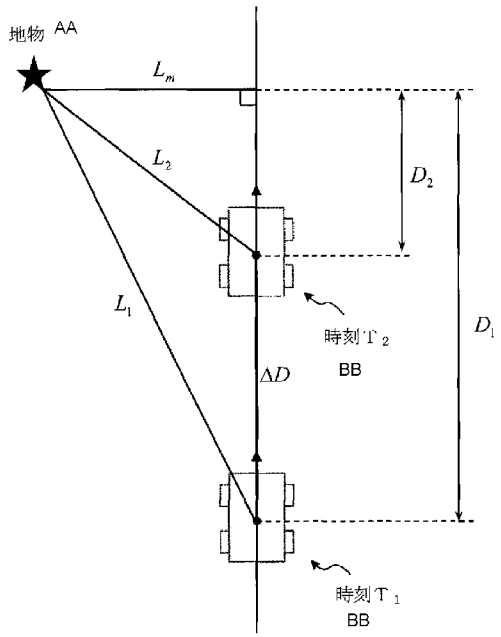
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: DISTANCE ESTIMATION DEVICE, DISTANCE ESTIMATION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称 : 距離推定装置、距離推定方法及びプログラム



AA Physical object
BB Time

(57) **Abstract**: This distance estimation device acquires the distance to a physical object from a moving object at a first time and a second time, and acquires the distance to the physical object from the path of the moving object. On the basis of the acquisition results, the device calculates the distance which the moving object moves from a first time until a second time.

(57) 要約: 距離推定装置は、第１時刻及び第２時刻それぞれにおける移動体から地物までの距離をそれぞれ取得するとともに、移動体の経路から地物までの距離を取得する。そして、それらの取得結果に基づき、第１時刻から第２時刻までの前記移動体の移動距離を算出する。

WO 2017/109979 A1

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 ： 距離推定装置、距離推定方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、移動体の移動距離を推定する技術に関する。

背景技術

[0002] 移動体の所定期間における移動距離を推定することにより、移動体に搭載された車速センサを補正する手法が例えば特許文献１に記載されている。特許文献１では、補正装置は、画像認識手段により地物Ａを認識してから地物Ｂを認識するまでの車速センサの出力パルス数を検出するとともに、地図情報から地物Ａと地物Ｂとの距離Ｄを取得する。そして、補正装置は、出力パルス数と距離Ｄとの関係に基づいて、出力パルス数から車両の走行距離又は走行速度を求める演算式を補正する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００８－８７８３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、特許文献１の方法では、画像認識手段により一度に１つの地物しか認識できず、道路に描かれた標識のように、車両が走行している道路上の地物しか利用することができない。

[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、任意の地物を利用して移動体の移動距離を推定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、距離推定装置であって、第１時刻及び第２時刻それぞれにおける移動体から地物までの距離をそれぞれ取得する第１取得部と、前記移動体の経路から前記地物までの距離を取得する第２取得部と、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移動距離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、距離推定装置により実行される距離推定方法であって、第１時刻及び第２時刻それぞれにおける移動体から地物までの距離をそれぞれ取得する第１取得工程と、前記移動体の経路から前記地物までの距離を取得する第２取得工程と、前記第１取得工程及び前記第２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移動距離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距離推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地物までの距離をそれぞれ取得する第１取得部、前記移動体の経路から前記地物までの距離を取得する第２取得部、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移動距離を算出する算出部、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]実施例に係る距離係数更新処理を示すフローチャートである。

[図2]１つの地物と移動車両との位置関係の例を示す。

[図3]１つの地物と移動車両との位置関係の他の例を示す。

[図4]平均パルス幅を説明する図である。

[図5]逐次計算により平均パルス幅を求める処理のフローチャートである。

[図6]地物位置から走行道路への垂線を示す。

[図7]道路データの車線中心と実際の走行位置との関係を示す。

[図8]実施例に係る距離係数更新装置の構成を示すブロック図である。

[図9]実施例による距離係数更新処理のフローチャートである。

[図10]走行速度と単位時間のパルス数との関係、及び、走行速度とパルス幅との関係を示す。

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、距離推定装置は、第１時刻及び第２時刻それぞれにおける移動体から地物までの距離をそれぞれ取得する第１取得部と、前記移動体の経路から前記地物までの距離を取得する第２取得部と、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移動距離を算出する算出部と、を備える。

[0011] 上記の距離推定装置は、第１時刻及び第２時刻それぞれにおける移動体から地物までの距離をそれぞれ取得するとともに、移動体の経路から地物までの距離を取得する。そして、それらの取得結果に基づき、第１時刻から第２時刻までの前記移動体の移動距離を算出する。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、移動体の移動距離を算出することができる。

[0012] 上記の距離推定装置の一態様では、前記算出部は、前記第１時刻における前記移動体と前記地物との間の前記移動体の進行方向における距離である第１距離と、前記第２時刻における前記移動体と前記地物との間の前記移動体の進行方向における距離である第２距離と、に基づいて、前記移動距離を算出する。

[0013] 上記の距離推定装置の他の一態様では、前記算出部は、前記第１時刻から前記第２時刻までの移動距離と、車速パルス信号の平均パルス幅とに基づいて、前記車速パルス信号の１パルスあたりの移動距離を算出する。これにより、算出した移動距離に基づいて、車速パルス信号のキャリブレーションなどを行うことができる。

[0014] 上記の距離推定装置の他の一態様では、前記算出部は、前記移動体のヨー方向の角速度又は操舵角が所定の閾値未満であるときに前記移動距離を算出する。これにより、移動距離の算出精度を向上させることができる。

[0015] 上記の距離推定装置の他の一態様では、前記算出部は、前記移動体の走行速度に応じて、前記第１時刻から前記第２時刻までの時間間隔を変化させる。これにより、移動距離の算出精度を向上させることができる。好適には、前記算出部は、前記移動体の走行速度が速いほど前記時間間隔を短くする。

[0016] 本発明の他の好適な実施形態では、距離推定装置により実行される距離推定方法は、第１時刻及び第２時刻それぞれにおける移動体から地物までの距離をそれぞれ取得する第１取得工程と、前記移動体の経路から前記地物までの距離を取得する第２取得工程と、前記第１取得工程及び前記第２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移動距離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、移動体の移動距離を算出することができる。

[0017] 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距離推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地物までの距離をそれぞれ取得する第１取得部、前記移動体の経路から前記地物までの距離を取得する第２取得部、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移動距離を算出する算出部、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、移動体の移動距離を算出することができる。上記のプログラムは、記憶媒体に記憶して利用することができる。

実施例

[0018] 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。以下では、本発明の距離推定手法により得られた移動体の移動距離を、車両の車速パルスのキャリブレーションに使用する実施例について説明する。

[0019] ［背景］

現在のカーナビゲーション装置などに搭載されている自己位置推定システムでは、車速センサを用いて車速を検出し、角速度センサあるいは操舵角センサを用いて進行方向を検出することで、車両の移動状況を計測し、これらをＧＰＳや外界センサで計測した情報と統合することで現在位置を推定している。よって、自己位置推定精度を向上させるために、車速を高精度に検出することが求められている。

[0020] 車速センサは、例えば、トランスミッションの出力軸または車輪の回転速

度に比例した時間間隔で車速パルス信号を出力する。そして、下記の式（１）に示すように、距離係数α_dをパルス幅t_pで除することで車速ｖを計算できる。この距離係数α_dは車速パルス信号の１パルスあたりの移動距離である。

[0021] [数1]

$$v = \frac{\alpha_d}{t_p} \qquad (1)$$

１パルスあたりの移動距離は、車種によって異なる。また、タイヤの空気圧の変化やタイヤの交換などによりタイヤの外径が変化すると、１パルスあたりの移動距離も変化する。さらに、１パルスあたりの移動距離は走行速度によっても変化する。通常、走行抵抗により、車速パルスから求まる車輪速度と実際の車体速度に差が生じる。高速走行時は低速走行時に比べて走行抵抗が大きくなるため、車輪速度と車体速度の速度差も、低速走行時に比べて高速走行時の方が大きくなる。従って、高速走行時と低速走行時では１パルスあたりの移動距離が異なる。以上より、車速を高精度に求めるためには距離係数は適宜キャリブレーションし、更新する必要がある。

[0022] 従来は、距離係数のキャリブレーションを行う際に、リファレンスとしてＧＰＳから得られる情報を利用してきた。例えば、ＧＰＳから得られるＧＰＳ位置によって求まる車両の移動距離ΔＤと車速パルス数ｎを用いて、下記の式（２）により１パルスあたりの移動距離d_pを算出し、常時、平均化処理を施すことにより補正を行うという方法がある。

[0023] [数2]

$$d_p = \frac{\Delta D}{n} \qquad (2)$$

しかし、条件によってはリファレンスであるＧＰＳ情報自身に大きな誤差を含む場合があり、大きな誤差を含むＧＰＳ情報をリファレンスとしてキャ

リブレーション計算を行うと、真値からずれた距離係数となってしまうという問題がある。リファレンスとなるＧＰＳ情報をより正確に得るには条件を厳しくすれば良いのだが、条件を厳しくすればする程、リファレンス情報を得る回数が減るので、キャリブレーションの進みが遅くなる、という相反する問題が出てくる。

[0024] ［距離係数更新処理］

以上の観点より、本実施例に係る距離係数更新装置（以下、単に「更新装置」とも呼ぶ。）は、ＧＰＳ情報をリファレンスとせずに、外界センサによる地物の計測に基づいて車両の移動距離を計算し、車速パルス信号のキャリブレーションのリファレンスとして使用する。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を用いることができる。

[0025] 図１は、実施例に係る距離係数更新処理を示すフローチャートである。まず、工程Ｐ１では、更新装置は、時刻$Ｔ_1$において、外界センサを用いて１つの地物を計測する。次に、工程Ｐ２では、更新装置は、時刻$Ｔ_1$からΔＴ秒経過した時刻$Ｔ_2$において、時刻$Ｔ_1$で計測したものと同じ地物を計測する。

[0026] 次に、工程Ｐ３では、更新装置は、地図データを用いて、地物位置から車両が走行している道路（以下、「走行道路」と呼ぶ。）への垂線の長さＬを取得する。そして、工程Ｐ４では、更新装置は、時刻$Ｔ_1$及び時刻$Ｔ_2$で取得した、各時刻における車両中心位置から地物までの距離と、地物位置から車両の走行道路への垂線の長さとを用いて、時刻$Ｔ_1$から時刻$Ｔ_2$までの車両の移動距離ΔＤを算出する。

[0027] 次に、工程Ｐ５では、更新装置は、時刻$Ｔ_1$から時刻$Ｔ_2$の間の車速パルス信号の平均パルス幅$ｔ_p$と、時刻$Ｔ_1$から時刻$Ｔ_2$までの経過時間ΔＴと、工程Ｐ４で求めた時刻$Ｔ_1$から時刻$Ｔ_2$までの車両の移動距離ΔＤとを用いて、１パルスあたりの移動距離$ｄ_p$を算出する。そして、工程Ｐ６では、更新装置は、工程Ｐ５で求めた１パルスあたりの移動距離$ｄ_p$を用いて、距離係数α_dを更新する。

[0028] 次に、上記の距離係数更新処理の各工程について詳しく説明する。

[0029] （１）地物の計測（工程Ｐ１～Ｐ２）

図２は、１つの地物と移動中の車両との位置関係の一例を示す。時刻$Ｔ_1$から時刻$Ｔ_2$の間に車両が図２に示すように移動したとする。まず、更新装置は、時刻$Ｔ_1$において地物を検出し、車両から地物までの距離$Ｌ_1$を取得する（工程Ｐ１）。

[0030] 次に、更新装置は、時刻$Ｔ_2$においても時刻$Ｔ_1$と同様に地物を検出し、車両から地物までの距離$Ｌ_2$を取得する（工程Ｐ２）。

[0031] （２）走行道路への垂線の長さの取得

次に、更新装置は、地図データを用いて、地物位置から車両の走行道路への垂線の長さ$Ｌ_m$を取得する。これについては、後に詳しく説明する。

[0032] （３）移動距離ΔＤの算出（工程Ｐ４）

次に、更新装置は、時刻$Ｔ_1$で取得した距離$Ｌ_1$と、時刻$Ｔ_2$で取得した距離$Ｌ_2$と、地物位置から走行道路への垂線の長さ$Ｌ_m$とを用いて、時刻$Ｔ_1$から時刻$Ｔ_2$までの車両の移動距離ΔＤを算出する。具体的に、図２において、時刻$Ｔ_1$における車両位置と地物位置との車両の進行方向における距離（即ち、走行道路に沿った距離）を$Ｄ_1$とし、時刻$Ｔ_2$における車両位置と地物位置との車両の進行方向における距離を$Ｄ_2$とすると、車両の移動距離ΔＤは以下のように得られる。

[0033] [数3]

$$D_1 = \sqrt{L_1^2 - L_m^2} \qquad (3)$$

$$D_2 = \sqrt{L_2^2 - L_m^2} \qquad (4)$$

$$\Delta D = D_1 - D_2 \qquad (5)$$

図３は、３次元計測が可能な外界センサを用いて地物の３次元位置を取得できる場合の車両の移動距離ΔＤの計算方法を示す。この場合も同様に、式（３）～（５）により、車両の移動距離ΔＤを算出することができる。

[0034] （４）１パルスあたりの移動距離ｄ$_p$の計算（工程Ｐ５）

次に、更新装置は、時刻Ｔ$_1$から時刻Ｔ$_2$までのΔＴ秒間における車両の移動距離ΔＤと、車速パルス信号の平均パルス幅ｔ$_p$とを用いて、以下のように、１パルスあたりの移動距離ｄ$_p$を算出する。

[0035] [数4]

$$d_p = \frac{\Delta D}{\Delta T} \cdot t_p \qquad (6)$$

図４は、平均パルス幅ｔ$_p$を説明する図である。平均パルス幅ｔ$_p$は、時刻Ｔ$_1$から時刻Ｔ$_2$の間に計測したパルス幅をバッファリングしておき、下記の式（７）のように平均をとることにより計算できる。

[0036] [数5]

$$t_p = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} t_k \qquad (7)$$

その代わりに、平均パルス幅は、式（８）を用いた逐次計算によっても求めることができる。逐次計算により平均パルス幅を求める場合には、計測したパルス幅をバッファリングする必要がないので、装置内のメモリ使用量を削減することができる。

[0037] [数6]

$$t_p = t_p + \frac{t_k - t_p}{k} \qquad (8)$$

図５は、逐次計算により平均パルス幅を求める処理のフローチャートである。まず、時刻Ｔ＝Ｔ$_1$において、更新装置は、検出されたパルス数を示す係数ｋを「０」にリセットし（ステップＳ５１）、現在時刻Ｔを取得する（ステップＳ５２）。次に、更新装置は、現在時刻Ｔが時刻Ｔ$_2$になったか否かを判定する（ステップＳ５３）。

[0038] 現在時刻Ｔが時刻Ｔ$_2$になっていない場合（ステップＳ５３：ＮＯ）、更新

装置は車速パルス信号を検出し、そのパルス幅t_kを取得する（ステップＳ５４）。次に、更新装置は、係数ｋを１増加させ（ステップＳ５５）、係数ｋ＝１であるか否かを判定する（ステップＳ５６）。

[0039] 係数ｋ＝１である場合（ステップＳ５６：ＹＥＳ）、そのパルス幅t_kを平均パルス幅ｔｐに代入し（ステップＳ５８）、ステップＳ５２へ戻る。一方、係数ｋ＝１でない場合（ステップＳ５６：ＮＯ）、更新装置は、式（７）により、その時点における平均パルス幅t_pと今回のパルス幅t_kとの差分を係数ｋで除した値$(t_k - t_p) / k$、即ち、今回のパルス幅t_kによる平均パルスt_pの変動分をその時点の平均パルス幅t_pに加算して平均パルス幅t_pを更新し、ステップＳ５２へ戻る。そして、ステップＳ５３において、現在時刻Ｔが時刻T_2になった場合（ステップＳ５３：ＹＥＳ）、処理は終了する。

[0040] （５）距離係数α_dの更新（工程Ｐ６）

次に、更新装置は、工程Ｐ５で得られた移動距離d_pを用いて、距離係数α_dを更新する。具体的には、得られた移動距離d_pを新たな距離係数α_dとする。なお、こうして得られた更新後の距離係数α_dは、式（１）による車速ｖの算出などに使用される。

[0041] （６）地物位置から走行道路への垂線の長さL_mの計算方法

地物位置から走行道路への垂線の長さL_mを求めるためには、（Ａ）車両がどの道路を走行しているか、（Ｂ）車両が車線のどこを走行しているか（特に車線の幅方向の位置）、の情報が必要となる。このうち、（Ａ）は、カーナビゲーション機器に実装されているような、既存の自己位置推定技術により取得することができる。一方、（Ｂ）の精度が算出される移動距離ΔＤの精度に影響する。（Ｂ）が正確にわからない場合でも、車両が車線の中央を走行していると仮定することで垂線の長さL_mを計算することができるが、移動距離ΔＤの誤差が大きくなる可能性がある。これに関しては、長さL_mの補正方法について後述する。

[0042] 図６は、地物位置と、車両の走行道路を示す道路データとの位置関係を示す。いま、地図上の地物位置を点Ｐ（x_1、y_1）とする。地図上に、道路デ

ータが直線Ｒｄ：ａｘ＋ｂｙ＋ｃ＝０として定義されているとする。なお、直線Ｒｄは、道路データの前後のノードの位置座標から算出することができる。

[0043] 図６において、地物位置を示す点Ｐから直線Ｒｄへ下ろした垂線と、直線Ｒｄとの交点を点Ｈ（x_2、y_2）とする。このとき、垂線ＰＨの長さは以下のように計算することができる。

[0044] まず、直線Ｒｄと垂線ＰＨは直交するので、

[0045] [数7]

$$\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}\cdot\left(-\frac{a}{b}\right)=-1 \quad \Leftrightarrow \quad \frac{x_2-x_1}{a}=\frac{y_2-y_1}{b} \qquad (9)$$

となる。ここで、

[0046] [数8]

$$\frac{x_2-x_1}{a}=\frac{y_2-y_1}{b}=k \qquad (10)$$

とおくと、

[0047] [数9]

$$x_2=x_1+ak \quad (11)$$
$$y_2=y_1+bk \quad (12)$$

となる。

[0048] 点Ｈは直線Ｒｄ上の点なので、

[0049] [数10]

$$ax_2+by_2+c=0 \qquad (13)$$

が得られる。式（１３）に式（１１）、（１２）を代入すると、

[0050]

[数11]

$$a(x_1+ak)+b(y_1+bk)+c=0 \qquad (14)$$

が得られる。これをｋについて解くと、

[0051] [数12]

$$k=\frac{ax_1+by_1+c}{a^2+b^2} \qquad (15)$$

が得られる。垂線ＰＨの長さＬ$_m$は、三平方の定理より、

[0052] [数13]

$$\begin{aligned} L_m{}^2 &=(x_2-x_1)^2+(y_2-y_1)^2 \\ &=(ak)^2+(bk)^2 \\ &=(a^2+b^2)k^2 \end{aligned} \qquad (16)$$

となる。式（１６）に式（１５）を代入すると、

[0053] [数14]

$$\begin{aligned} L_m{}^2 &=(a^2+b^2)\left(\frac{ax_1+by_1+c}{a^2+b^2}\right)^2 \\ &=\frac{(ax_1+by_1+c)^2}{a^2+b^2} \end{aligned} \qquad (17)$$

が得られる。よって、垂線ＰＨの長さＬ$_m$は、

[0054] [数15]

$$L_m=\frac{|ax_1+by_1+c|}{\sqrt{a^2+b^2}} \qquad (18)$$

となる。このように、地図に含まれる地物位置（ｘ$_1$、ｙ$_1$）と道路情報（ａ、ｂ、ｃ）を用いて、垂線の長さＬ$_m$を計算することができる。

[0055] また、図３を参照して説明したように、地物の３次元位置を取得できる場

合、地物位置がＰ（ｘ$_1$、ｙ$_1$、ｚ$_1$）で与えられるとすると、垂線ＰＨの長さＬ$_m$は以下のようになる。

[0056] [数16]

$$L_m = \sqrt{z_1^2 + \left(\frac{ax_1 + by_1 + c}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right)^2} \quad (19)$$

次に、図７を参照して、垂線の長さＬ$_m$の補正について説明する。図７は、車両の実際の走行位置と地図中の道路データとの位置関係を示す。地図中の道路データには、車線の中心線の位置情報が含まれているものとする。車両は車線の中心を走行しているとは限らず、多くの場合、実際には車線の中心からずれた位置を走行している。地図中の道路データと外界センサによる計測結果を用いて車両の移動距離を計算してしまうと、地図中の道路データと実際の車両の走行位置とのずれが誤差として影響し、精度が悪化すると考えられる。よって、地図データを用いて上記のように算出したＬ$_m$から、図７に示すような車線中心と実際の走行位置とのずれ量ΔＬ$_m$を引いたＬ$_m$’（Ｌ$_m$’＝Ｌ$_m$－ΔＬ$_m$）を、工程Ｐ４の移動距離ΔＤの計算における長さＬ$_m$の代わりに用いることにより、精度の悪化を抑制できると考えられる。なお、ずれ量ΔＬ$_m$は、例えばカメラやＬｉＤＡＲなどを用いて車両の両側の白線を検出し、その検出結果を用いて車両が車線内のどこを走行しているか認識することにより求めることができる。

[0057] ［実施例］

次に、上記の更新装置の実施例について説明する。図８は、実施例に係る更新装置１の構成を示すブロック図である。この実施例では、更新装置１は、外界センサによる１つの地物の計測結果と、地物位置から走行道路に下ろした垂線の長さＬ$_m$とに基づいて、移動距離ΔＤを求める。

[0058] 図示のように、更新装置１は、ジャイロセンサ１０と、車速センサ１１と、ＧＰＳ受信機１２と、外界センサ１３と、地図データベース（以下、「地

図ＤＢ」と記す）１４と、平均パルス幅取得部１５と、距離係数校正部１６と、自車位置取得部１７と、道路情報取得部１８と、地物－道路距離計算部１９と、移動距離計算部２０と、地物情報取得部２１と、地物計測部２２とを備える。なお、平均パルス幅取得部１５、距離係数校正部１６、自車位置取得部１７、道路情報取得部１８、地物－道路距離計算部１９、移動距離計算部２０、地物情報取得部２１、及び、地物計測部２２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。

[0059] 平均パルス幅取得部１５は、車速センサ１１が出力する車速パルス信号に基づいて平均パルス幅t_pを取得し、距離係数校正部１６へ出力する。

[0060] 自車位置取得部１７は、ジャイロセンサ１０、車速センサ１１及びＧＰＳ受信機１２の出力に基づいて車両の自車位置を取得し、道路情報取得部１８及び地物情報取得部２１へ出力する。道路情報取得部１８は、自車位置取得部１７から入力された自車位置に基づいて地図ＤＢ１４を参照し、走行道路の道路情報を取得する。具体的には、道路情報取得部１８は、走行道路に相当するリンクの端点の位置を地図ＤＢ１４から取得し、その道路を示す直線Ｒｄ：ａｘ＋ｂｙ＋ｃ＝０を求めて地物－道路間距離計算部１９へ供給する。

[0061] 外界センサ１３は地物を検出し、検出結果を地物計測部２２へ送る。地物計測部２２は、車両から地物までの距離Ｌを計測し、移動距離計算部２０及び地物情報取得部２１へ出力する。地物情報取得部２１は、地図ＤＢ１４を参照し、自車位置取得部１７から入力された自車位置と、地物計測部２２から入力された地物までの距離Ｌとに基づいて、地物位置（x_1、y_1）を取得して地物－道路間距離計算部１９へ出力する。

[0062] 地物－道路距離計算部１９は、道路情報取得部１８から入力された道路を示す直線Ｒｄと、地物情報取得部２１から入力された地物位置（x_1、y_1）とに基づいて、地物位置から走行道路へ下ろした垂線の長さL_mを計算し、移動距離計算部２０へ出力する。

[0063] 移動距離計算部２０は、地物計測部２２から入力された地物までの距離Ｌ（L_1、L_2）と、地物－道路距離計算部１９から入力された垂線の長さL_mとに基づいて、式（３）～（５）により移動距離ΔＤを計算し、距離係数校正部１６へ出力する。

[0064] 距離係数校正部１６は、平均パルス幅取得部１５から入力された平均パルス幅t_pと、移動距離計算部２０から入力された移動距離ΔＤとに基づいて、１パルスあたりの移動距離d_p（即ち、距離係数α_d）を算出する。求めた１パルスあたりの移動距離から、車体速度を算出してもよい。

[0065] 次に、実施例による距離係数更新処理について説明する。図９は、実施例による距離係数更新処理のフローチャートである。

[0066] まず、更新装置１は、外界センサ１３を用いて地物を計測し、車両からその地物までの距離Ｌを取得する（ステップＳ１１）。次に、更新装置１は、自車位置取得部１７が出力する自車位置などに基づいて、車両が直進走行しているが否かを判定する（ステップＳ１１）。これは、車両が直進走行していない場合は、移動距離計算部２０が出力する移動距離ΔＤの精度が低下するからである。具体的に、ジャイロセンサ１０が車両のヨー方向の角速度ωを検出できる場合には、｜ω｜＜Δω（Δω：所定の閾値）の場合に車両が直進走行していると判定してもよい。また、車両の操舵角δを検出できる場合には、｜δ｜＜Δδ（Δδ：所定の閾値）の場合に車両が直進走行していると判定してもよい。

[0067] 車両が直進走行していない場合（ステップＳ１２：ＮＯ）、処理は終了する。一方、車両が直進走行している場合（ステップＳ１２：ＹＥＳ）、更新装置１は、ｆｌａｇ＝０であるか否かを判定する（ステップＳ１３）。なお、「ｆｌａｇ」は、処理の開始時に「０」にリセットされている。ｆｌａｇ＝０である場合（ステップＳ１３：ＹＥＳ）、更新装置１はｆｌａｇに「１」をセットし（ステップＳ１４）、平均パルス幅t_pの計算を開始して（ステップＳ１５）、ステップＳ１１へ戻る。

[0068] 一方、ｆｌａｇ＝０でない場合（ステップＳ１３：ＮＯ）、更新装置１は

、道路情報取得部１８により走行中の道路情報を取得し（ステップＳ１６）、地物情報取得部２１により地物情報を取得する（ステップＳ１７）。次に、更新装置１は、地物－道路間距離計算部１９により地物から走行中道路への垂線の長さＬｍを計算し（ステップＳ１８）、移動距離計算部２０により移動距離ΔＤを算出する（ステップＳ１９）。そして、更新装置１は、移動距離ΔＤを用いて１パルスあたりの移動距離d_pを算出し（ステップＳ２０）、距離係数α_dを更新する（ステップＳ２１）。そして、処理を終了する。

[0069] ［地物計測周期］

上記の距離係数更新処理において求められる１パルスあたりの移動距離d_pは、時刻T_1から時刻T_2までの時間間隔ΔＴの間の１パルスあたりの移動距離の平均値である。そのため、時間間隔ΔＴの間のパルス幅の変動が大きいと、算出される移動距離d_pの精度が悪化する。従って、時間間隔ΔＴの間のパルス数はできるだけ少ないことが望ましい。

[0070] 単位時間あたりのパルス数は車両の走行速度によって異なる。例えば、図９（Ａ）に示すように、１秒間あたりのパルス数を考える。タイヤ１回転あたり２パルス出力される車種では、１秒間あたりのパルス数は、時速１０ｋｍでは３パルス、時速５０ｋｍでは１７パルス、時速１００ｋｍでは３５パルスであり、走行速度によって大きく差がある。

[0071] そこで、外界センサの計測周期や車種を鑑みて、走行速度に応じて時間間隔ΔＴを変化させれば、パルス幅の変動による移動距離d_pの精度の悪化を抑制できる。図９（Ｂ）は走行速度とパルス幅との関係を示す。例えば、外界センサの計測周期が５０ｍｓ（２０Ｈｚ）で１回転あたり２パルス出力される車種の場合、走行速度が時速２０ｋｍ未満のときはΔＴ＝３００ｍｓ、時速２０ｋｍ以上時速３０ｋｍ未満のときはΔＴ＝２００ｍｓ、時速３０ｋｍ以上時速６０ｋｍ未満のときはΔＴ＝１００ｍｓ、時速６０ｋｍ以上のときはΔＴ＝５０ｍｓとすると、時間間隔ΔＴの間に計測できるパルス数が１パルスもしくは２パルス程度となり、高精度に移動距離d_pを計算することができる。

[0072] ［変形例］

（変形例１）

上記の工程Ｐ３では、走行道路の直線の方程式及び地物の位置に基づいて、地物から走行道路への垂線の長さL_mを計算しているが、地物から走行道路までの最短距離が地図データに含まれている場合には、その値を利用してもよい。

[0073] （変形例２）

図９のステップＳ１１に示されるように、実施例の距離係数更新処理では、基本的に車両が直進走行しているときに距離係数の更新を行う。但し、現実には車両は直進走行しているように見えても、厳密には直進しておらず、微少なふらつきがある。よって、工程Ｐ４で求められる移動距離ΔＤは、実際の移動距離ではなく近似値となる。このため、時間間隔ΔＴが大きすぎると、実際の移動距離と工程Ｐ４で計算される移動距離との差が大きくなってしまう。この観点から、時刻T_1から時刻T_2までの時間間隔ΔＴをできる限り小さくすることが望ましい。

[0074] （変形例３）

外界センサを車両の低い位置に取り付けると、周囲の車両によりオクルージョンが増え、距離係数の更新に好適な地物を検出できる頻度が減ってしまうと考えられる。よって、外界センサを、周囲の車両の高さよりも上方を計測できるように設置することが好ましい。これにより、地物の検出頻度が増加し、距離係数の更新回数が増加するため、距離係数の精度を向上させることができる。

産業上の利用可能性

[0075] 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

[0076] １０ ジャイロセンサ

１１ 車速センサ

１２ 外界センサ

１３　進行方向取得部

１４　車速パルス計測部

１５　地物計測部

１７　距離係数構成部

１８　移動距離計算部

１９　地図データベース

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地物までの距離をそれぞれ取得する第１取得部と、

前記移動体の経路から前記地物までの距離を取得する第２取得部と、

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移動距離を算出する算出部と、

を備えることを特徴とする距離推定装置。

[請求項2] 前記算出部は、前記第１時刻における前記移動体と前記地物との前記移動体の進行方向における距離である第１距離と、前記第２時刻における前記移動体と前記地物との前記移動体の進行方向における距離である第２距離とに基づいて、前記移動距離を算出することを特徴とする請求項１に記載の距離推定装置。

[請求項3] 前記算出部は、前記第１時刻から前記第２時刻までの移動距離と、車速パルス信号の平均パルス幅とに基づいて、前記車速パルス信号の１パルスあたりの移動距離を算出することを特徴とする請求項１又は２に記載の距離推定装置。

[請求項4] 前記算出部は、前記移動体のヨー方向の角速度又は操舵角が所定の閾値未満であるときに前記移動距離を算出することを特徴とする請求項１乃至３のいずれか一項に記載の距離推定装置。

[請求項5] 前記算出部は、前記移動体の走行速度に応じて、前記第１時刻から前記第２時刻までの時間間隔を変化させ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距離推定装置。

[請求項6] 前記算出部は、前記移動体の走行速度が速いほど前記時間間隔を短くすることを特徴とする請求項５に記載の距離推定装置。

[請求項7] 距離推定装置により実行される距離推定方法であって、

第１時刻及び第２時刻それぞれにおける移動体から地物までの距離

をそれぞれ取得する第１取得工程と、

前記移動体の経路から前記地物までの距離を取得する第２取得工程と、

前記第１取得工程及び前記第２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移動距離を算出する算出工程と、

を備えることを特徴とする距離推定方法。

[請求項8] コンピュータを備える距離推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地物までの距離をそれぞれ取得する第１取得部、

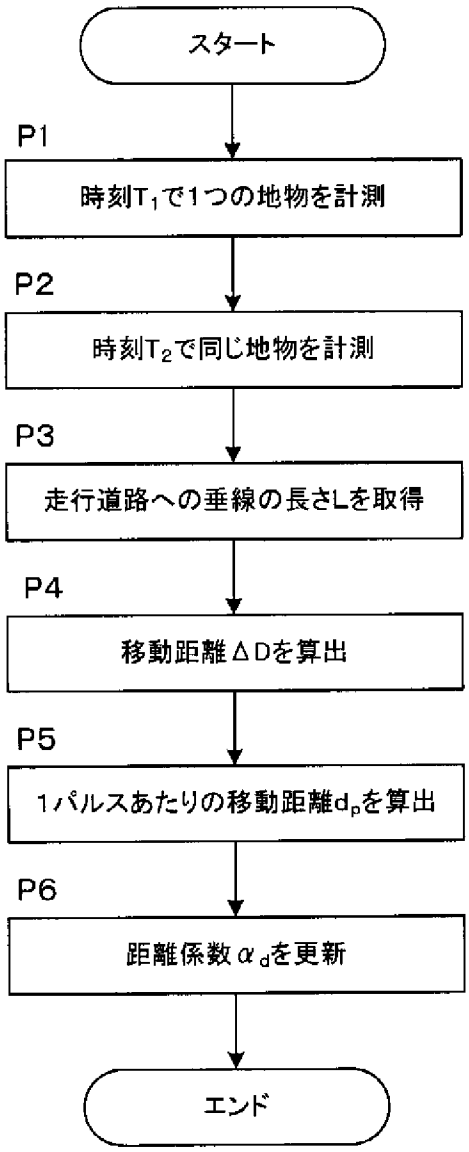
前記移動体の経路から前記地物までの距離を取得する第２取得部、

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移動距離を算出する算出部、

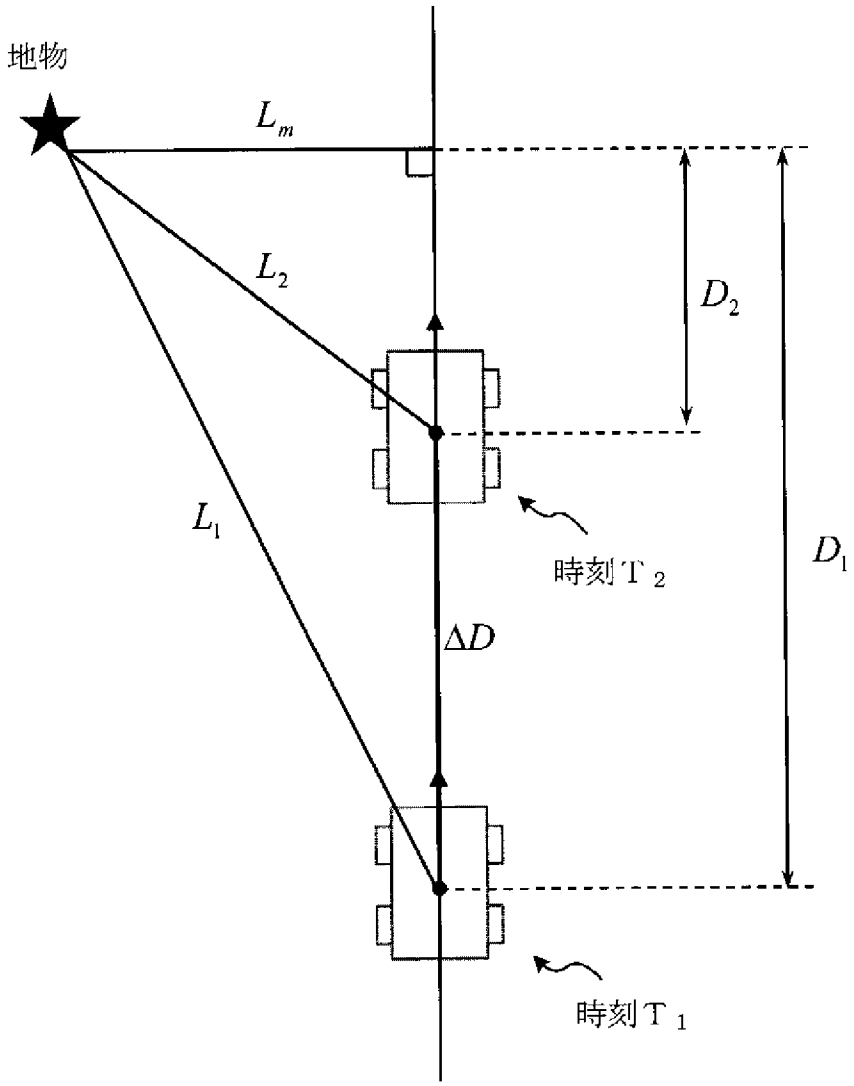
として前記コンピュータを機能させることを特徴とするプログラム。

[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。

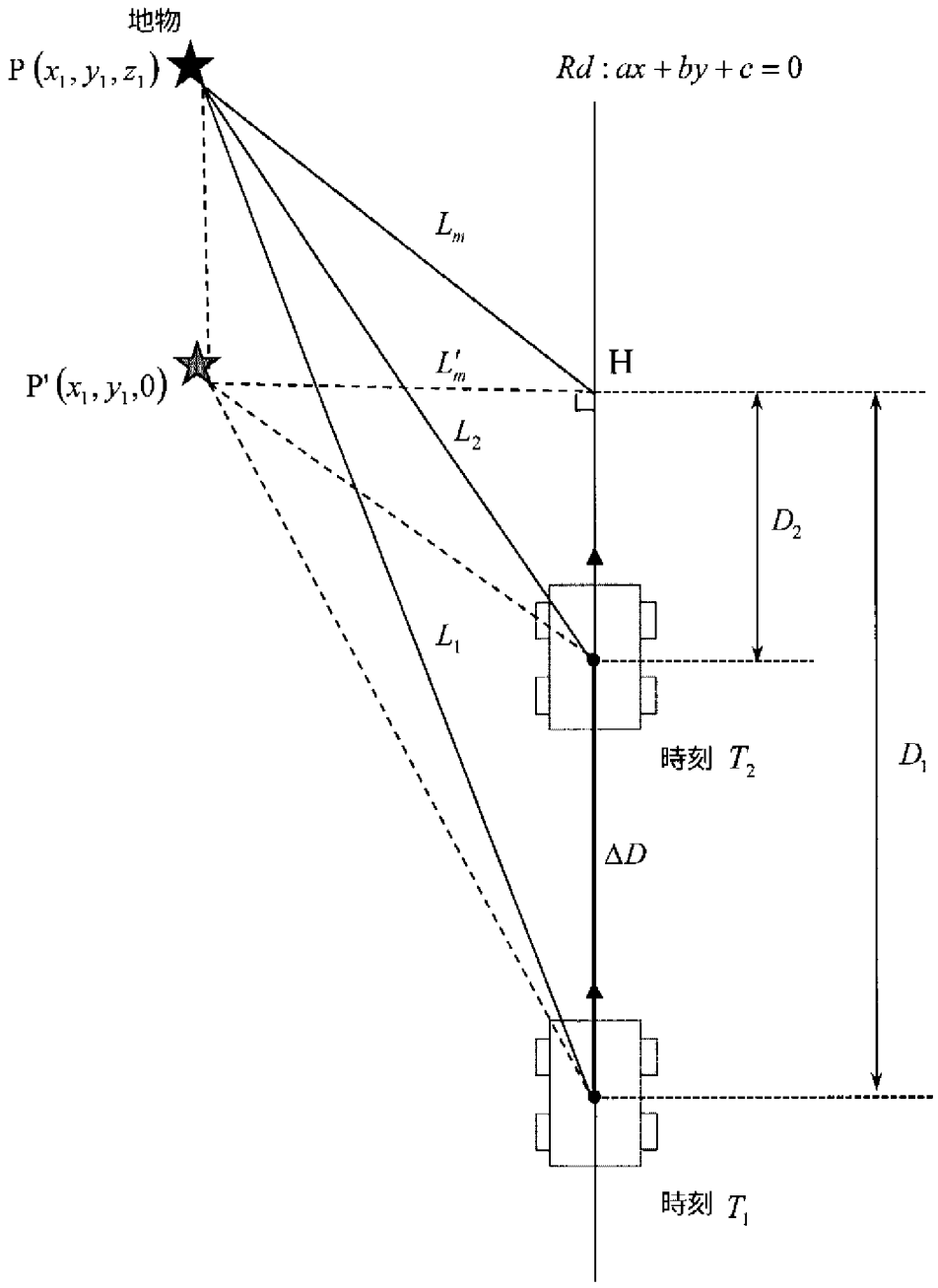
[図1]


スタート
P1
時刻T_1で1つの地物を計測
P2
時刻T_2で同じ地物を計測
P3
走行道路への垂線の長さLを取得
P4
移動距離ΔDを算出
P5
1パルスあたりの移動距離d_pを算出
P6
距離係数α_dを更新
エンド

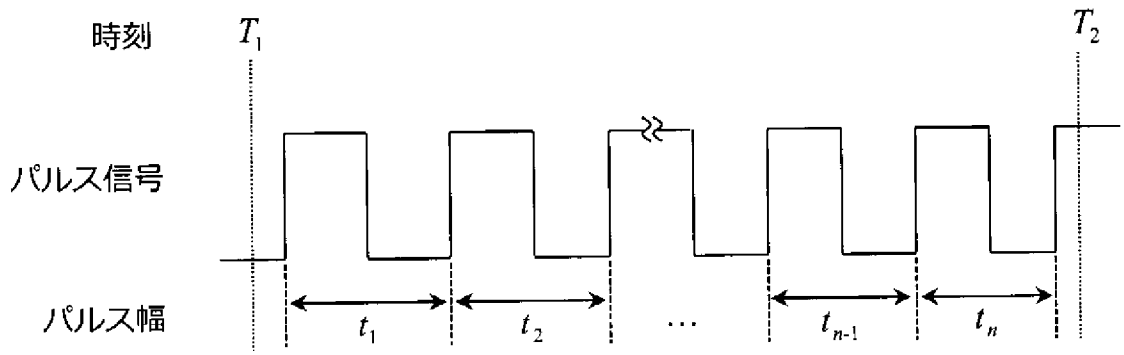
[図2]



[図3]

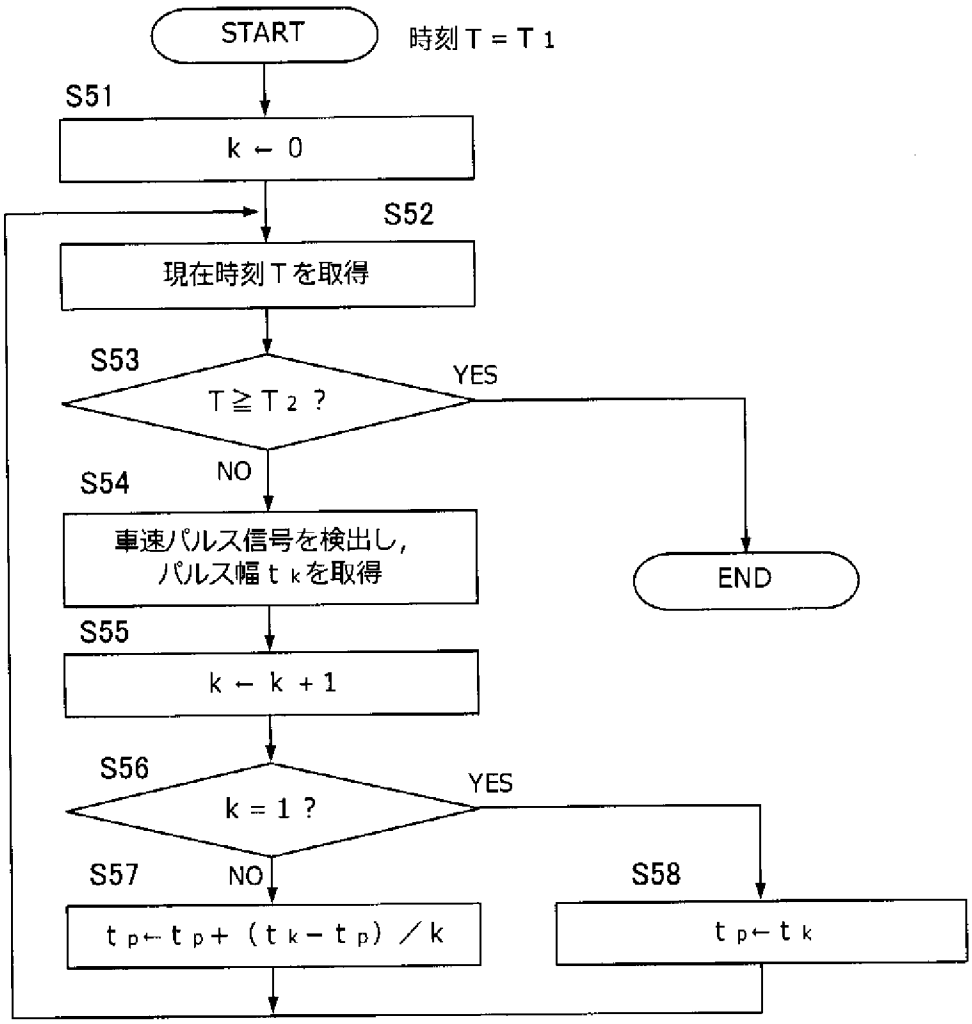

地物
P (x_1, y_1, z_1)
$Rd : ax + by + c = 0$
L_m
L'_m
H
P' $(x_1, y_1, 0)$
L_2
D_2
L_1
時刻 T_2
D_1
ΔD
時刻 T_1

[図4]

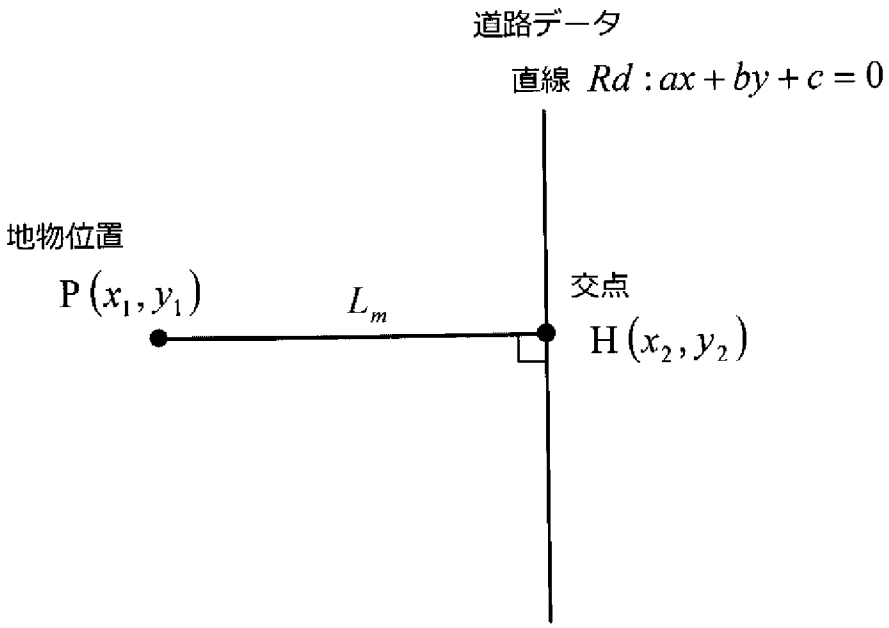


[図5]

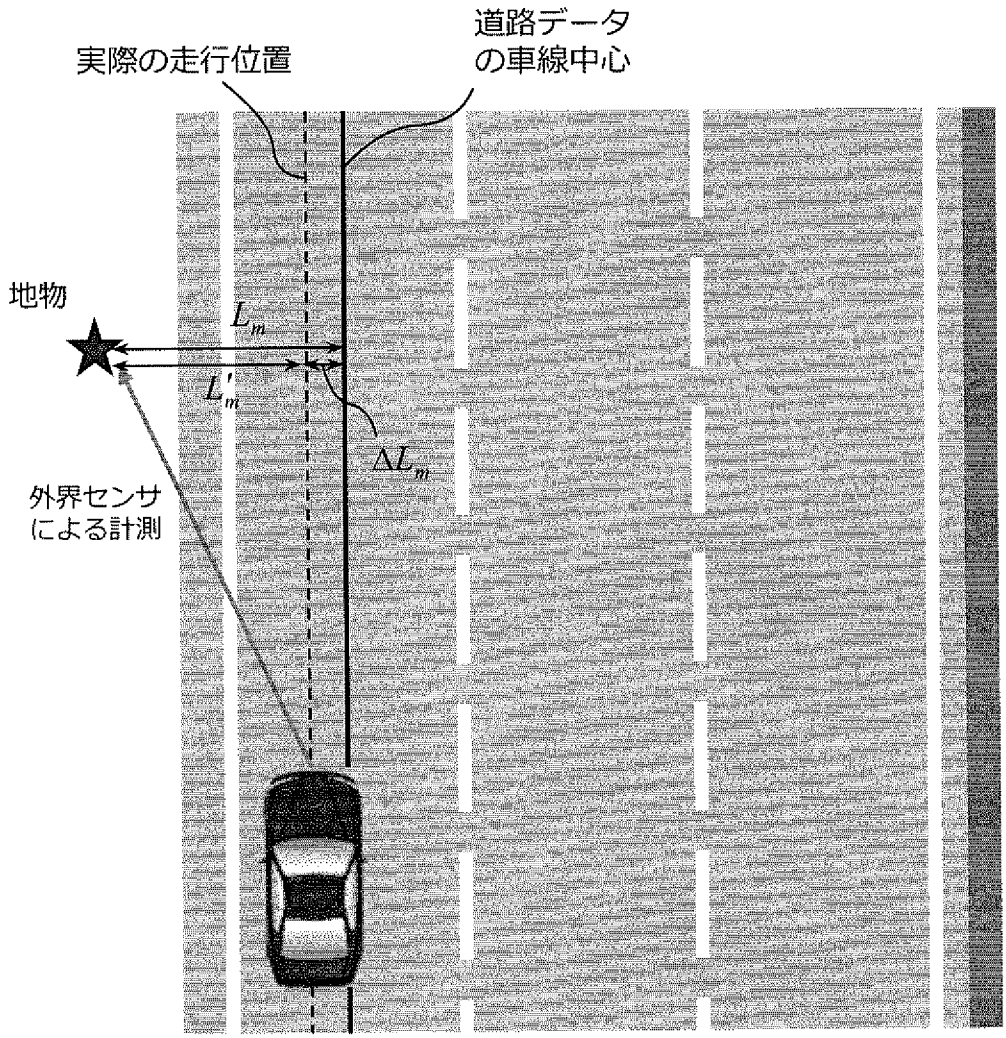
(平均パルス幅の逐次計算)



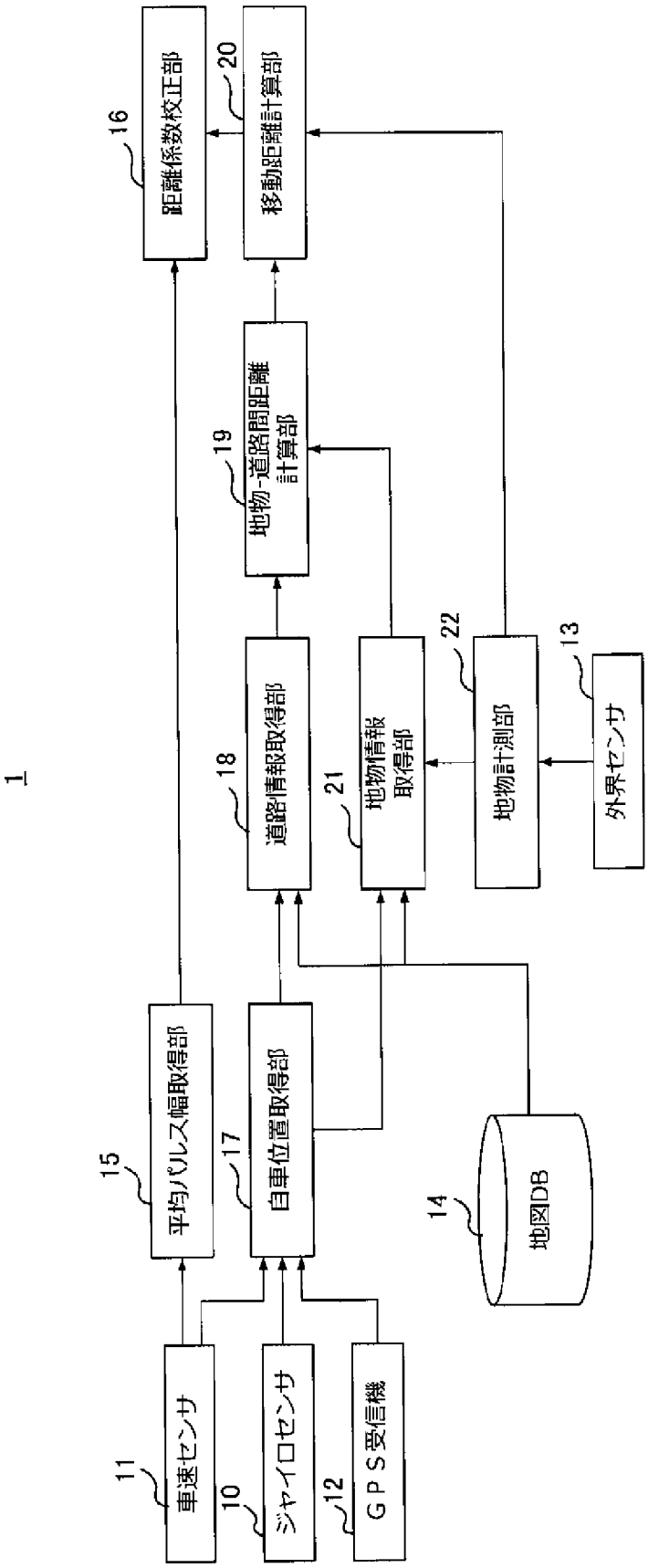
[図6]



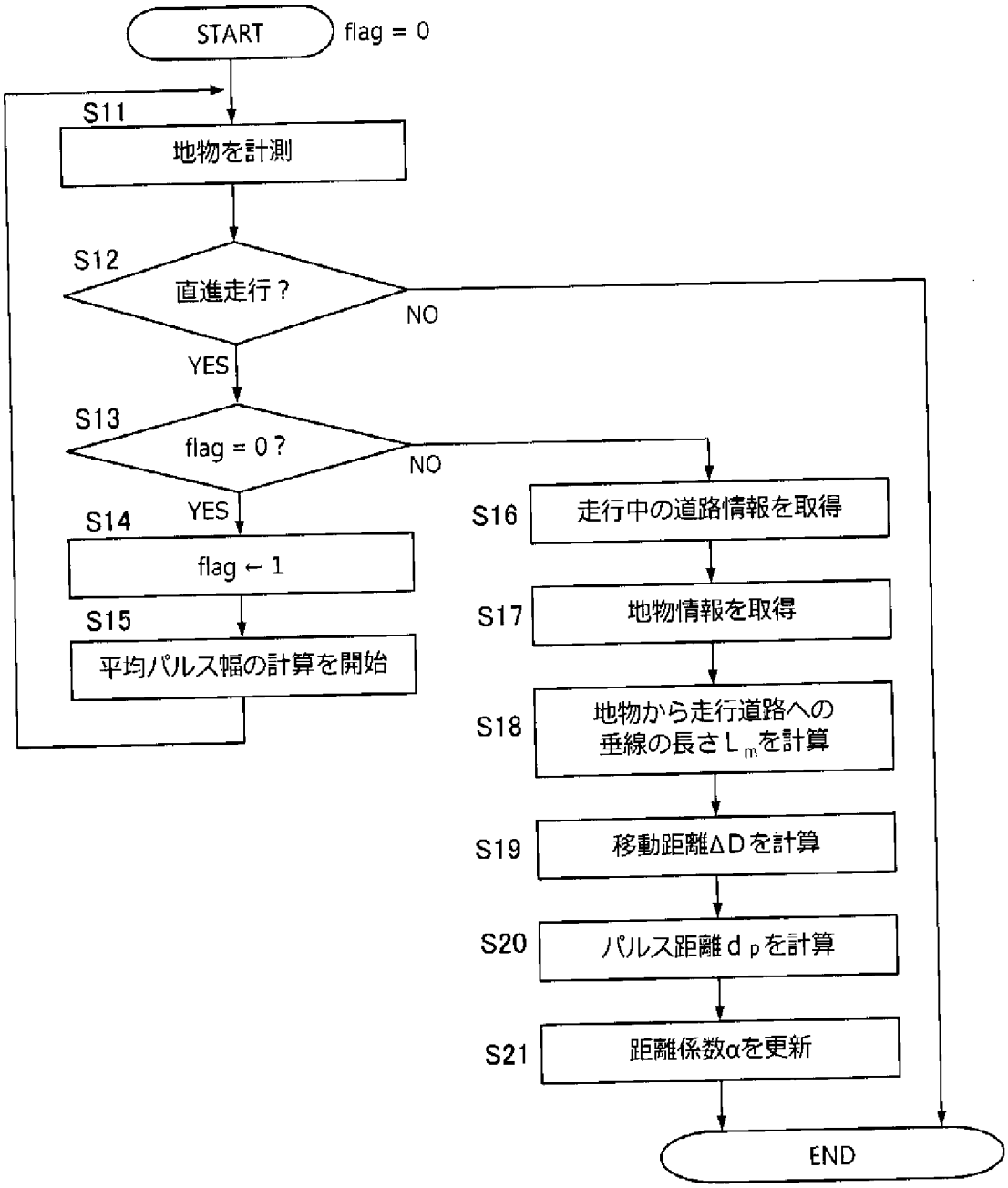
[図7]



[図8]


1
車速センサ
11
ジャイロセンサ
10
GPS受信機
12
平均パルス幅取得部
15
自車位置取得部
17
地図DB
14
道路情報取得部
18
地物情報取得部
21
地物計測部
22
外界センサ
13
地物-道路間距離計算部
19
移動距離計算部
20
距離係数校正部
16

[図9]


START
flag = 0
S11
地物を計測
S12
直進走行？
NO
YES
S13
flag = 0？
NO
YES
S14
flag ← 1
S15
平均パルス幅の計算を開始
S16
走行中の道路情報を取得
S17
地物情報を取得
S18
地物から走行道路への
垂線の長さL_mを計算
S19
移動距離ΔDを計算
S20
パルス距離d_pを計算
S21
距離係数αを更新
END

[図10]

（1秒間あたりのパルス数）

1回転あたりのパルス数	時速100km	時速80km	時速60km	時速50km	時速40km	時速30km	時速20km	時速10km
2 pulse	35 pulse	28 pulse	21 pulse	17 pulse	14 pulse	10 pulse	7 pulse	3 pulse
4 pulse	70 pulse	56 pulse	42 pulse	35 pulse	28 pulse	21 pulse	14 pulse	7 pulse

（A）

（走行速度とパルス幅の関係）

1回転あたりのパルス数	時速100km	時速80km	時速60km	時速50km	時速40km	時速30km	時速20km	時速10km
2 pulse	28.3 ms	35.3 ms	47.1 ms	56.5 ms	70.7 ms	94.2 ms	141.3 ms	282.6 ms
4 pulse	14.1 ms	17.7 ms	23.5 ms	28.3 ms	35.3 ms	47.1 ms	70.7 ms	141.3 ms

（B）

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/086350

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
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)
G01C22/00

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	JP 2012-189467 A (Casio Computer Co., Ltd.), 04 October 2012 (04.10.2012), paragraphs [0020], [0043] to [0055]; fig. 7 to 9 (Family: none)	1-2,7-9 3-6
Y	JP 2008-8783 A (Toyota Motor Corp.), 17 January 2008 (17.01.2008), paragraph [0029]; fig. 3 (Family: none)	3-6
Y	JP 2012-73810 A (Hitachi, Ltd.), 12 April 2012 (12.04.2012), paragraphs [0033], [0039] & US 2012/0078572 A1 paragraphs [0040], [0045]	4-6

☒ 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	Date of mailing of the international search report
08 March 2016 (08.03.16)	22 March 2016 (22.03.16)
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/JP2015/086350

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-232411 A (Fujitsu Ten Ltd.), 11 December 2014 (11.12.2014), paragraph [0135] & US 2014/0357213 A1 paragraph [0136]	5-6
Y	JP 2005-6081 A (Denso Corp.), 06 January 2005 (06.01.2005), paragraph [0199] & US 2006/0132602 A1 paragraph [0209] & WO 2004/111973 A1 & CN 1802678 A	5-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０８６３５０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01C22/00

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

国際調査で使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	JP 2012-189467 A（カシオ計算機株式会社）2012.10.04, 段落００２０、００４３－００５５、図７－９（ファミリーなし）	1-2,7-9 3-6
Y	JP 2008-8783 A（トヨタ自動車株式会社）2008.01.17, 段落００２９、図３（ファミリーなし）	3-6
Y	JP 2012-73810 A（株式会社日立製作所）2012.04.12, 段落００３３、００３９ & US 2012/0078572 A1、段落００４０、００４５	4-6

☑　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、国際出願日以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	国際調査報告の発送日
０８．０３．２０１６	２２．０３．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｈ　５２６８
高田　基史
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３１６

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
Y	JP 2014-232411 A（富士通テン株式会社）2014.12.11, 段落０１３５ & US 2014/0357213 A1、段落０１３６	5-6
Y	JP 2005-6081 A（株式会社デンソー）2005.01.06, 段落０１９９ & US 2006/0132602 A1、段落０２０９ & WO 2004/111973 A1 & CN 1802678 A	5-6