

(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
2014年8月21日(21.08.2014)

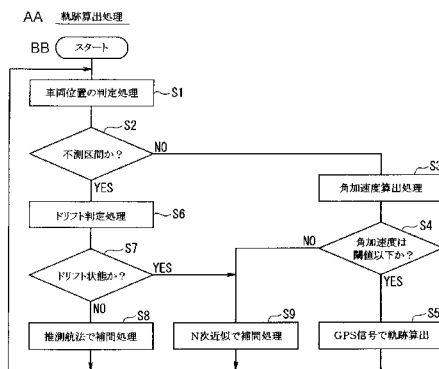


(10) 国際公開番号
WO 2014/125754 A1

- (51) 国際特許分類:
G01C 21/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/000031
- (22) 国際出願日: 2014年1月8日(08.01.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-029033 2013年2月18日(18.02.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 渡辺 友輔(WATANABE, Yuusuke); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 樋口 裕也(HIGUCHI, Yuya); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (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, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: VEHICLE-PATH COMPUTATION METHOD

(54) 発明の名称: 車両軌跡算出方法



- S1 Vehicle-location determination process
S2 In insufficient-GPS-signal segment?
S3 Angular-acceleration computation process
S4 Is angular acceleration less than or equal to threshold?
S5 Compute path using GPS signals
S6 Drift determination process
S7 In drift state?
S8 Interpolate using dead reckoning
S9 Interpolate using nth-order approximation
AA Path computation process
BB Start

(57) Abstract: A technique whereby paths in insufficient-GPS-signal segments are computed with high precision is provided. In one embodiment, a GPS receiver (2), a gyroscope (3), an acceleration sensor (4), and a vehicle-speed sensor (5) are used to obtain vehicle driving information at prescribed time intervals. A control device (1) computes a driving path from said vehicle driving information. Insufficient-GPS-signal segments are either set in advance or set on the basis of angular acceleration. Outside of the insufficient-GPS-signal segments, the control device (1) computes the driving path on the basis of stable GPS signals. In the insufficient-GPS-signal segments, i.e. segments in which GPS signals are erratic, the control device (1) performs interpolation using nth-order approximation. In said insufficient-GPS-signal segments, the control device (1) performs drift determinations and interpolates using dead reckoning when not in a drift state but using nth-order approximation when in said drift state.

(57) 要約: GPS信号の不測区間の軌跡を精度良く算出する技術を提供する。一実施形態によれば、GPS受信機(2)、ジャイロ(3)、加速度センサ(4)と、車速センサ(5)により所定時間間隔で車両走行情報を測定する。制御装置(1)により、この車両走行情報から走行軌跡を算出する。GPS信号の不測区間を予め設定あるいは角加速度から判定して設定する。制御装置(1)は、不測区間以外で安定したGPS信号に基づいて軌跡を算出する。制御装置(1)は、GPS信号が不安定となる区間を不測区間とし、N次近似で補間処理をする。制御装置(1)は、不測区間では、ドリフト判定をしてドリフト状態でないときには推測航

法で補間処理を行い、ドリフト状態ではN次近似で補間処理をする。

明 細 書

発明の名称：車両軌跡算出方法

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2013年2月18日に提出された日本国特許出願2013-29033号に基づくものであり、ここにその開示を参照により援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、車両軌跡算出方法に関する。

背景技術

[0003] 道路を走行する車両の軌跡を算出するものとして、GPS受信機で受信するGPS信号を用いたものがある。しかし、GPS信号に基づいて算出された位置情報はGPS衛星からの電波の状態によりその精度が大きく変化することがある。特に、車両が電波を受信困難な場所を通過する場合には、電波遮断状態あるいはこれに近い状況となっているので、GPS信号による測位そのものができなくなることがあり、位置を算出することができない。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2004-251822号公報

発明の概要

[0005] 本開示は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的は、車両の走行により取得した車両走行情報に基づいて車両軌跡を算出する場合に、GPS信号が正常に受信できない場合でも走行軌跡を算出することができるようにした車両軌跡算出方法を提供することにある。

[0006] 本開示の一例の車両軌跡算出方法は、走行中の車両のGPS受信機により所定時間間隔で受信したGPS信号に基づいて走行経路における車両の走行軌跡を算出するようにした車両軌跡算出方法であって、GPS信号に基づいた走行軌跡が正常に算出できない不測区間では、不測区間の前後の区間について算出した走行軌跡に基づいて補間処理を行なって不測区間内の走行軌跡を

算出する。

[0007] このような車両軌跡算出方法によれば、車両に設けられたGPS受信機により走行中にGPS信号を受信して走行経路における車両の走行軌跡を算出する場合に、GPS信号の受信状態が何らかの原因により走行軌跡を正常に算出できない場合があり、これを不測区間とする。この不測区間における車両の走行軌跡は、その不測区間の前後の区間について算出した走行軌跡に基づいて補間処理を行うことで、近似的に得ることができる。

図面の簡単な説明

[0008] 本開示についての上記および他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照した下記の詳細な説明から、より明確になる。添付図面において

[図1]図1は、一実施形態を示す車両データから車両の軌跡を算出する処理の流れを示す図である。

[図2]図2は、走行中の車両の状態を示す車両情報を取得するための構成図である。

[図3]図3は、不測区間の地形と車両の軌跡を示す説明図である。

[図4]図4は、ドリフト判定を行う場合の信号の出力例を示す図である。

[図5]図5は、不測区間を走行した車両の軌跡の方位のデータとGPS信号により算出した補間データを示す図である。

[図6]図6は、角加速度が異常値を示す場合の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示の一実施形態について図1から図6を参照して説明する。なお、この実施形態では、車両の走行時に検出した車両走行情報に基づいて、演算処理を行うことで車両軌跡を検出するもので、車両走行情報の取得および演算処理について以下に説明するものである。

[0010] 図2は、車両走行情報を取得するための構成を示している。車両には、推測航法による走行軌跡および車両方位を計算するための制御装置1が備えられている。制御装置1は、CPU11を中心としてメモリ12や入出力インターフェースなどが設けられる構成である。制御装置1のCPU11は、メ

メモリ 12（記憶媒体）に記憶されたプログラムに基づき、様々な処理を行うことができる。この制御装置 1 には、GPS 受信機 2、ジャイロ 3、加速度センサ 4、車速センサ 5 などが接続され、各種のデータが入力される。

[0011] GPS 受信機 2 は、GPS アンテナ 2a により複数個の GPS 衛星からの電波を受信して位置情報や速度情報を検出するための GPS 信号を得る。ジャイロ 3（ヨーレートセンサとして機能可能）は、車両の垂直方向での旋回情報を角速度のヨーレート値 y_r として取得する。加速度センサ 4（横加速度センサとして機能可能）は、車両の横方向加速度 g_y を検出する。車速センサ 5 は、車両の走行速度 v のデータを取得する。

[0012] 上記した各種データは、例えば 100ms（ミリ秒）間隔でサンプリングされ、これを車両走行情報として不揮発性メモリなどにデータログをする。この場合、データをサンプリングする時間間隔は、100ms 間隔以外に、これよりも短くても良いし、長くても良い。時間間隔を短くすれば車両方位の検出を精度良く行え、長くすれば演算処理を短時間で実施することができる。

[0013] このようにして取得された車両走行情報に基づいて制御装置 1 により車両の軌跡を算出する。なお、図 2 の構成では、車両の軌跡を制御装置 1 により算出する構成としている。この実施形態では前述のようにして車両走行情報を取得した後に、その車両走行情報に基づいて車両の軌跡を算出するものであり、車両走行情報の検出タイミング毎に車両の軌跡を算出する処理を行うのではない。したがって、前述の不揮発性メモリなどに一旦車両走行情報を蓄積して記憶させたものを、制御装置 1 ではなく、別途にマイコンやパソコンなどの演算手段を用いて算出処理をすることもできる。

[0014] 次に、上記構成において取得される車両走行情報に基づいて車両の軌跡を算出する過程について説明する。まず、一般的なナビゲーション装置では、ジャイロ 3 により検出されるヨーレート値や車速センサ 5 により検出される車速情報により推測航法を用いて自車の軌跡を算出してマップマッチング処理が行われる。

- [0015] しかし、例えばサーキット等において極限走行が行われることを想定すると、車両がドリフト走行などを行う場合には推測航法では実際の挙動と異なる軌跡を描く場合がある。そこで、この実施形態においては、制御装置 1 により、基本的には GPS 受信機 2 から得られる GPS 信号に基づいて車両軌跡を算出することで上記した誤差を解消させるようにしている。
- [0016] そして、この基本前提において、GPS 信号が正常に軌跡を算出できなくなる不測区間が発生することがある。例えば、ビル等による電波の状態によりその精度が大きく劣化することがある。絶対位置で言うと走行経路の環境によって電波が建物などによって反射するなどの現象があり、結果的にマルチパスの影響で約 100 m 程度の区間において劣化が発生することがある。
- [0017] しかし、サーキット走行等では、道路近傍にビル等の建物があまり存在せず、全般的に比較的受信環境が良い状況である。そして、立体交差が存在するサーキットにおいては、立体交差の下側の道路通過等では短時間の電波環境の劣化が発生するものの、前後の区間においては車両の走行軌跡を算出することができる。そこで、このような環境では、電波環境が劣化する区間では、前後の走行軌跡の情報により補間処理を行なって走行軌跡を算出することができる。これは、走行中に取得した上記車両走行情報に基づいて、事後に走行軌跡の算出する処理を実施することで補間を実施できるからである。
- [0018] なお、ここで実施する補間処理は、不測区間の前後の区間において検出された車両の位置データに基いて、不測区間のデータを N 次近似より算出することができる。また、GPS 信号から得られる角速度と速度のデータに要素分解した結果をそれぞれ N 次近似して算出した後に補正した位置へ変換しても良い。この算出方法については後述する。
- [0019] なお、上記方法により補間処理を行う場合に、前後の区間のデータからでは推測できない走行をされた場合、その軌跡を再現できない場合がある。そこで、このような不測区間での補間処理では、推測航法による軌跡の算出処理も併用することで精度の向上を図るようにしている。GPS 信号を受信できない場合でも、前述した車両走行情報を取得していることで、不測区間内

の走行に関する情報を利用することができる。

[0020] 一方で、このような推測航法を採用する場合には不向きな走行状態があり、この場合にはやはり前後の走行軌跡の算出結果に基づいて補間処理をする。例えば、ドリフト走行がなされている場合には、推測航法による軌跡の算出は逆に誤差を生ずることとなる。そこで、不測区間における推測航法の適用は、ドリフト走行が行われていないことを条件とするものである。

[0021] 次に、本実施形態における車両の軌跡の算出処理について図1を参照して説明する。また、ここでは、例えば、図3に示すようなサーキットの立体交差部を含んでいる走行経路を走行した場合で説明する。このような立体交差部の下側の道路を走行する場合には、上側の道路によりGPS電波が遮られて劣化する。そこで、この立体交差部とその前後の一定距離を含む区間を不測区間として設定している。不測区間設定のための前後の一定距離の範囲は、受信するGPS信号の受信レベルを考慮して適宜の距離に設定することができる。

[0022] なお、不測区間として該当するのは、上記した立体交差の下側の道路以外に、走行する道路の環境に起因した環境要因区間に相当するものが存在する区間である。このような環境要因としては、例えばトンネル内、ゲートの下、橋の下、アーケード、高層ビル街、溝内に敷設されている道路、あるいは路側に壁面が形成されている道路などのさまざまな場所が該当する。したがって、これらの環境要因が存在する場合には、この部分を含めた前後の所定範囲を不測区間として設定することができる。

[0023] 制御装置1は、前記したように、車両が走行した際に取得して記録された情報に基づいて、車両の走行軌跡を算出する。この場合、制御装置1は、まず、各時刻の車両位置において車両が不測区間に進入しているか否かを判定する(S1)。ここで、走行経路の大部分においては、GPS信号を取得して軌跡を算出することができるが、不測区間では後述する補間処理が必要となる。

[0024] 制御装置1は、不測区間に進入していない場合(S2でNOと判断)には

、その時点での角加速度を算出する（S3）。ここでは、前述したように、制御装置1は、走行中の角加速度を算出してその大きさが異常レベルを示す閾値以上となる場合にGPS信号が乱れていると判断してこのような区間を不測区間として判定する。そして、角加速度の値が閾値以下である場合（S4でYESと判断）には、GPS信号の劣化が発生していないとして、GPS信号に基づいて通常の軌跡算出処理を実施する（S5）。

[0025] 以下、次の時刻の車両位置についても、制御装置1は、上記と同様に算出処理を行う。そして、車両の位置が不測区間に進入している場合には、制御装置1は、ステップS2でYESと判断して続いてドリフト判定処理を実施する（S6）。

[0026] 不測区間における車両の軌跡の算出は、GPS信号のレベルが低下しているか不安定になっている状態などで、GPS信号による算出が精度良くできない。そこで、この不測区間では、制御装置1は、状況に応じてその不測区間の前後の軌跡から位置情報を補間して算出する。この場合、不測区間での車両の走行状態として、ドリフト状態が発生していない場合には、ジャイロ3などのヨーレート値を用いて推測航法を適用することで補間処理よりも精度の高い軌跡を算出することができる。そこで、後述するドリフト判定を行なって推測航法が適用可能な否かを判定するものである。

[0027] まず、ドリフト判定処理（S6）でドリフト状態が発生していない場合（S7でNOと判断）には、制御装置1は、推測航法による補間処理を実施する（S8）。制御装置1は、不測区間の前後の軌跡のデータと、不測区間内で検出されたジャイロ3によるヨーレート値などのデータに基いて不測区間の各測定点に対応して軌跡を算出する。

[0028] 一方、不測区間においてドリフト状態と判定されている場合（S7でYESと判断）には、推測航法を用いると車両のドリフトによる誤差が発生する。そこで、制御装置1は、GPS信号から算出した不測区間の前後の軌跡のデータに基づいて補間処理を行う（S9）。この場合、不測区間の前後の所定範囲の軌跡のデータから曲線近似を用いることが有効で、例えばN次（3

次以上) 近似を適用して不測区間内を滑らかにつなぐように補間データを算出することができる。

[0029] 制御装置 1 は、以上のような処理を繰り返し実行することで、走行経路の軌跡を実際の走行軌跡に近い走行軌跡として算出することができる。特に、GPS 信号が乱れて走行軌跡が正しく算出できない不測区間内においても、補間処理を行ったり、推測航法を用いたりして走行軌跡を正確に算出することができる。

[0030] なお、制御装置 1 は、各測定点について逐次的に軌跡算出処理を行うのではなく、不測区間あるいは角加速度が閾値以下となる場合の軌跡については先に GPS 信号に基づいた算出処理 (S 5) を行い、軌跡が算出されていない経路について別途軌跡算出処理を実行して不測区間と角加速度が閾値以上となる場合に設定される不測区間について軌跡の算出処理がなされる。

[0031] 次に、上記した図 1 のステップ S 6 におけるドリフト判定処理について説明する。ここでは、ドリフト走行のような極限走行をする場合は、車両の軌跡をジャイロ 3 から出力されるヨーレート値の信号に基づいて算出することができる。

[0032] ドリフト判定処理では、横方向加速度 g_y [m/s²]、ジャイロ 3 によるヨーレート値 $y_r_g_y$ [°/s]、車速 v [m/s] の関係を示す算出式を用いる。算出式に各時点でのデータを代入してその関係式を満たさない状態をもってドリフト状態を判定するものである。

[0033] ドリフト判定式は、次式で示す関係を基準としている。すなわち、ドリフトが発生していないグリップ状態では、ジャイロ 3 により検出されるヨーレート値 $y_r_g_y$ は横方向加速度 g_y を車速 v で除した値に等しくなるから、次式 (1) の関係が成立している。

[0034] $y_r_g_y = g_y / v$ (1)

$y_r_g_y$: ヨーレート値 ([°/s] 、 [dps])

v : 車速 [m/s]

g_y : 横方向加速度センサ値 [m/s²]

一方、ドリフト状態では式（１）の関係が崩れるので、両者の差を算出して判定値以上となるときにドリフト状態を判定することができる。この場合、ヨーレート値 y_{r_gy} をラジアン値 y_r に変換してから両者の差の値 ω を式（２）で求める。加速度の差の値 ω を、式（３）に示すような重力加速度 $G (= 9.8 [m/s^2])$ を基準とした値 ω_gy に変換する。

$$[0035] \quad y_r = (y_{r_gy}) \times 2\pi / 360 [rad/s]$$

$$\omega = gy - (y_r \times v) \quad (2)$$

$$\omega_gy = \omega / 9.8 \quad (3)$$

この場合、算出した ω_gy の値は、検出出力を直接変換したものなので、ばらつきが大きい。そこで、 ω_gy の値をバタワースフィルタなどのローパスフィルタを介して高周波成分をカットするように変換した値 T （式（４））によって判定を行う。

$$[0036] \quad T = (b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + b_3 z^{-3} + b_4 z^{-4}) / (1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + a_3 z^{-3} + a_4 z^{-4}) \quad (4)$$

上記のようにして得られた値 T をドリフト判定基準値（例えば 0.2）と比較してこれ以上となる差が発生している場合にドリフト状態を判定する。図４は時間の経過と共に検出される検出値 ω_gy とフィルタ出力 T の変化の様子を示している。検出値 ω_gy が時間と共に細かく変動しているのに対して、フィルタ出力 T はその高い周波数成分を除去した少ない変動で得ることができ、これによって正および負のドリフト判定値以上となる状態を判定する。

[0037]　そして、上記のようにしてドリフト状態を判定した場合には、不測区間における車両の軌跡をジャイロ３のヨーレート値 y_{r_gy} により算出する処理（Ｓ８）に変更する。この場合、ドリフト判定をする際の判定基準値近傍で判定の切り替わりが不安定にならないようにするため、いわゆるヒステリシスを持たせる処理として、後述するように、ドリフト状態の検出開始時点と検出終了時点とで判定条件を異ならせるようにすると良い。

[0038] さらに、実際の車両運動ではヨーレート値 y_{r_gy} と横方向加速度 g_y と車速 v からなる上記関係式でドリフト状態を判定する時点よりも早い段階で $10[^\circ / s]$ 以下の誤差が算出されてしまうことがある。そこで、ヨーレート値 y_{r_gy} そのものがある閾値レベルに達した場合も、ドリフト判定をすることによりその誤差を低減する。

[0039] 具体的には、次のようにして判定する。なお、ここではドリフト判定が判定値近傍で不安定にならないようにするため、ドリフト状態の検出開始時点と検出終了時点とで判定条件を異ならせるようにしている。また、ドリフト状態の終了判定については、判定条件を満たす状態が一定時間（例えば 1 秒）継続する状態を判定し、これによりドリフト状態の終了を判定するようにしている。

[0040] ドリフト状態の検出開始時点の判定条件は、前述した式（４）に示すバタワースフィルタを介して高周波成分をカットするように変換した値 T の絶対値が 0.2 以上となる時点を示す第 1 条件とする。また、時刻 t でジャイロ 3 により検出される車両方位の相対車両方位 $DR_{relD}(t)$ の値が、前回の時刻 $t-1$ の時点での相対車両方位 $DR_{relD}(t-1)$ の値と角度にして 10 度以上ずれているかどうかを示す第 2 条件としている。そして、第 1 条件あるいは第 2 条件のいずれかが検出された時点でドリフト状態を判定する。

[0041] $|T(n)| \geq 0.2 \quad (5)$

$|DR_{relD}(t) - DR_{relD}(t-1)| \geq 10 [dps] \quad (6)$

また、同様にして、ドリフト状態の検出終了時点の判定条件は、前述した式（４）に示すバタワースフィルタを介して高周波成分をカットするように変換した値 T の絶対値が 0.1 以下となる時点を示す第 1 条件とする。また、時刻 t でヨーレート値 y_{r_gy} により検出される車両方位の相対車両方位 $DR_{relD}(t)$ の値が、前回の時刻 $t-1$ の時点での相対車両方位 $DR_{relD}(t-1)$ の値と角度にして 10 度以内になる

ことを式（８）に示す第２条件としている。前述のように、ドリフト状態の終了判定は、第１条件および第２条件のいずれも満たす状態が１秒継続したことを条件としている。

$$[0042] \quad |T(n)| \leq 0.1 \quad (7)$$

$$|DR_{relD}(t) - DR_{relD}(t-1)| \leq 10 [dps] \quad (8)$$

上記した式（５）と式（７）では、ドリフト判定値が異なり、次式（９）で示す範囲では、ヒステリシス領域として判定結果が不安定になることを防止している。

$$[0043] \quad 0.1 < |T(n)| < 0.2 \quad (9)$$

以上のようにして、式（５）～（９）の第１条件および第２条件を用いてドリフト判定を行うことで、車両のドリフト状態の開始時点の判定および終了時点の判定を確実にし、且つ車両の軌跡を正確に検出することができる。

[0044] 次に、不測区間における車両の軌跡を、不測区間の前後の区間においてGPS信号により算出した軌跡からN次近似による補間処理により算出する方法について説明する。補間処理をする区間は、不測区間あるいは角加速度が閾値以上となる区間と判定される場合に適用するものである。

[0045] なお、不測区間が予め設定されている場合には、その不測区間を補間区間とすることができる。また、角加速度が閾値以上となる場合に設定される不測区間については、後述するようにして補間区間を算出してから補間処理を行う。

[0046] 補間区間が算出されると、その補間区間の前後の所定期間の軌跡のデータを用いて近似計算を行う。ここでは、例えば前後の１．５秒間の期間の走行軌跡のデータを用いて、N次の近似線を算出して補間処理を行う。

[0047] 具体的には、補正区間のデータを、補正区間の前後の１．５秒間のデータで、速度V、方位θについて３次の近似補正を実施し、補正後の速度V_c、方位θ_cを算出する。この場合、車両の軌道は円運動に近い動きとなることから、角速度と速度へ要素分解をすることで、それぞれに対して近似を用い

ることで精度を向上させることができる。

$$[0048] \quad \text{速度 } V = \left[(V_N)^2 + (V_E)^2 \right]^{1/2} \quad (10)$$

$$\text{方位 } \theta = \arctan (V_N / V_E) \quad (11)$$

得られた補正後の速度 V と方位 θ とで、速度成分 V_{Nc} 、 V_{Ec} へ再変換する。

$$[0049] \quad V_{Nc} = V_c \times \sin \theta_c \quad (12)$$

$$V_{Ec} = V_c \times \cos \theta_c \quad (13)$$

このように、要素(角速度)により近似補間したした場合の実験結果を図5に示している。この図5に示す場合には、速度 V のデータが時間の進行に伴って一旦大きくなるように変化し、その後、大きく減少して再び増大するように変動している。このように異常に角速度が変化している区間を含んで不測区間が設定されており、この不測区間内の軌跡が前後の区間の軌跡のデータに基いて近似計算により算出される。算出結果は図示のとおりである。不測区間の前後の速度に対して滑らかな曲線で近似されており、補間区間のデータが推定されている。

[0050] 次に、予め設定された不測区間以外に軌跡の算出処理時に設定される不測区間 ($S3$ 、 $S4$) について説明する。これは、予め設定された不測区間について補間処理をするだけでは、次のような場合に対応できないことがあるため設定するものである。すなわち、建物や側壁などの建造物などはGPS信号の受信レベルが低下する区間であることが予め特定することができるが、樹木や不測の物体が存在して電波を乱している区間が生ずることがある。樹木などは成長することによって、電波を妨害する可能性が高くなるため、季節によっては問題となる状況が発生するものであり、これを不測区間として設定するものである。

[0051] 一般に、走行中の車両の方位は、ドリフト状態の発生や衝突などの急激な変化が起こっていない限り、急激な変化を生ずることはない。つまり、車両の軌跡は突然大きな変動は起こさないと言える。この点に着目し、GPS信号の速度ベクトルより角加速度を算出し、その角加速度がある値を超えた場

合は異常状態すなわちGPS信号が正常な信号として受信できていない区間であるとして不測区間として設定するようにした。

[0052] 例えば、図6に示すように、時間と共に角加速度が大きく変動する区間が生じている。この区間は、急激な軌跡の変化が生じているというより、GPS信号の受信レベルが不安定になっていることに起因して変動を生じているものと推測できる。そこで、このような状況を算出して不測区間を設定する。

[0053] 以下、異常箇所の検出方法と補正区間の算出方法を示す。

[0054] n 番目の速度ベクトル $V(n)$ の成分 $V_N(n)$ (南北方向成分) および $V_E(n)$ (東西方向の成分) によって速度ベクトル $V(n)$ の方位 $\theta(n)$ を式(14)により求めることができる。

[0055] 方位 $\theta(n) = \arctan(V_N(n)/V_E(n)) \times 180/\pi [^\circ]$

(14)

角速度 $\omega(n) = [\theta(n) - \theta(n-1)] \times 10 [^\circ/s]$ (15)

角加速度 $\alpha(n) = \omega(n) - \omega(n-1) [^\circ/s^2]$ (16)

判定式 $|\alpha(n)| \geq 20 [^\circ/s^2]$ (17)

となるデータを検出する。すなわち、角加速度 α の値の絶対値が $20 [^\circ/s^2]$ 以上となる場合が異常区間の対象となる。不測区間としては、次の区間を設定する。

[0056] 式(17)で検出される区間に対して、その前後のデータについて、

$\alpha(n) \geq 10 [^\circ/s^2]$ (18)

を満たさなくなる1秒間の区間を含めて不測区間として設定する。

[0057] データ列を以下のように得られているとする。

[0058] $\alpha(p-10), \dots, \alpha(p), \dots, \alpha(-1), \alpha(0), \alpha(1), \dots, \alpha(q), \dots, \alpha(q+10)$

$$\alpha(0) \geq 20 \text{ [}^\circ / \text{s}^2 \text{]}$$

$$\alpha(p-10), \dots, \alpha(p), \alpha(q), \dots, \alpha(q+10) < 10 \text{ [}^\circ / \text{s}^2 \text{]}$$

ここで、 $\alpha(0)$ が式(17)を満たしているとし、 $\alpha(0)$ を含んだ上記区間で式(18)を満たさなくなる最初の点から10ポイント（すなわち1秒間）を含めた区間を不測区間として設定する。これにより、始点 $\alpha(p-10)$ 、終点 $\alpha(q+10)$ とした不測区間が得られ

る。制御装置1は、このような不測区間を検出して設定し、この不測区間について前述した補間処理を実施する。

[0059] 上記実施形態によれば次のような効果を得ることができる。

[0060] 第1に、GPS受信機2により受信したGPS信号の受信状態が何らかの原因により走行軌跡を正常に算出できない不測区間について、制御装置1により、その不測区間の前後の区間についてGPS信号により算出した走行軌跡に基いて補間処理を行うことで、近似的に得ることができる。

[0061] 第2に、補間処理では、不測区間の前後の一定区間について算出した走行軌跡のデータを用いて不測区間内の走行軌跡をN次（3次以上）の近似線すなわち曲線近似を行なって算出するので、不測区間内における位置をなめらかな曲線でつないだ軌跡として得ることができる。また、この場合に、4次以上の高次の近似線を採用しなくとも、車両の走行が円軌道に近いことを踏まえて3次の近似で比較的正确な軌跡を算出することができる。

[0062] 第3に、GPS受信機2以外に、ジャイロ3、横加速度センサ4および車速センサ5を備える構成では、不測区間におけるドリフト状態の判定を行なって、ドリフト状態である場合には補間処理を行い、ドリフト状態でない場合には、不測区間の軌跡を推測航法により算出することができる。これにより、推測航法を併用した正確な軌跡の算出処理を行うことができる。

[0063] 第4に、不測区間として走行経路の地理的条件としてGPS信号の受信レベルが低くなる場所あるいは受信レベルが乱れる場所などの環境要因区間を予め指定するようにした。これにより、制御装置1により、不測区間について走行時に取得した車両走行情報にかかわらず、不測区間の軌跡を補間処理

でなめらかな軌跡でつなぐように算出することができる。

[0064] 第5に、不測区間とされる環境要因区間は、走行経路の途中の上方あるいは側方にGPS衛星からの電波を遮る構成物あるいはGPS衛星からの電波を乱す構成物が存在する区間として設定するようにした。これにより、制御装置1により、例えば立体交差の下部などで、他の領域に比べてGPS信号のレベルが低下する不測区間について走行時に取得した車両走行情報にかかわらず、不測区間の軌跡を補間処理でなめらかな軌跡でつなぐように算出することができる。

[0065] 第6に、車両の軌跡を算出することに先立って、不測区間を、GPS信号から算出する角加速度の値に基づいて設定する不測区間設定処理を実行するようにした。これにより、不測区間として予め設定されていない場所、例えば樹木の成長などで電波環境が悪化した状態となっている場所が走行経路に存在する場合に、これを検出して不測区間として設定することができ、より正確な車両の軌跡を算出することができる。

[0066] 第7に、制御装置1により、不測区間の設定処理で、GPS信号から算出した角加速度の値が第1の判定値（ $20^{\circ} / s^2$ ）以上となる異常区間を検出し、検出された異常区間の前後の所定時間（1秒）の範囲を含む区間を不測区間として設定するようにした。これにより、GPS信号のレベルが不安定となる異常区間とその境界領域の区間を含んで不測区間を設定することで、不測区間の前後の軌跡から補間処理をする際に、確実に軌道が算出できている部分を基にすることで精度の高い軌跡を補間することができる。

[0067] 第8に、補間処理では、制御装置1により、不測区間の前後の一定区間について算出した走行軌跡から、不測区間内の角速度をその要素である方位と速度とに分解してn次（nは3以上の整数）の近似線で近似して算出するので、実際の車両の走行軌跡に近い軌跡を精度良く算出することができる。

[0068] （他の実施形態）

なお、本開示の実施形態は、上述した一実施形態のみに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の実施形態を包含し、例えば、以

下のように変形または拡張することができる。

- [0069] 軌跡算出処理では、不測区間の判定（S 2）をしてからドリフト判定（S 6）あるいは角加速度の判定（S 3）をする処理を実行しているが、これらの順序は変更されていても良く、条件の組み合わせが合致することで処理を決定するフローを採用するように変えることができる。
- [0070] 不測区間の設定は、車両の走行前に設定することもできるし、車両の走行後で車両走行情報を取得した後に、算出処理に先立って行うこともできる。
- [0071] ドリフト判定は、必要に応じて実施すればよく、判定処理をしない場合にはN次近似で補間処理をすることができる。また、GPS信号に加えて、ジャイロ3によるヨーレート値や、加速度センサ4による横方向加速度値あるいは車速センサ5による車速データを取得している場合に、それらの情報に基づいてドリフト判定を行うことができる。
- [0072] 補間処理では、N次近似を3次の近似線により近似して軌跡を算出ようにしたが、4次以上の近似線を適用することもできる。
- [0073] 角加速度を算出して閾値と比較する不測区間の設定処理では、閾値を適宜の値に設定することができる。検出信号とノイズのレベルとの関係から適切なレベルに設定することが有効である。
- [0074] 不測区間の前後の軌跡のデータは、1.5秒間のデータを用いる例を示したが、これにかぎらず、速度や走行経路など各種の条件を考慮して適宜の時間あるいは距離のデータを用いることができる。
- [0075] ドリフト状態を判定するドリフト判定値は、車両の走行状況や道路のパターンあるいは検出信号の状態などのさまざまな要因に応じて適宜のレベルを設定することができる。同様に、ドリフト終了判定値についても適宜のレベルを設定することができる。これにより、ドリフト状態の判定の感度を高めたり、ノイズのレベルに応じて誤判定を回避したりするなどの調整を行うことができる。
- [0076] 横方向加速度の差の信号 $\omega_g y$ の値をバタワースフィルタにより高周波信号成分をカットするようにしたが、バタワースフィルタ以外のフィルタで

も低域通過フィルタとして機能するものであれば適用できる。

[0077] 以上、本開示に係る実施の形態および構成を例示したが、本開示に係る実施の形態および構成は、上述した各実施の形態および各構成に限定されるものではない。上述した各実施の形態の一部、並びに、異なる実施の形態および構成にそれぞれ開示された技術的要素を適宜組み合わせて得られる実施の形態および構成についても本開示に係る実施の形態および構成の範囲に含まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 走行中の車両のGPS受信機（2）により所定時間間隔で受信したGPS信号に基づいて走行経路における前記車両の走行軌跡を算出するようにした車両軌跡算出方法において、
- 前記GPS信号に基づいた走行軌跡が正常に算出できない不測区間では、前記不測区間の前後の区間について算出した走行軌跡に基づいて補間処理を行なって前記不測区間内の走行軌跡を算出する車両軌跡算出方法。
- [請求項2] 請求項1に記載の車両軌跡算出方法において、
- 前記補間処理は、前記不測区間の前後の一定区間について算出した走行軌跡を用い、前記不測区間内の走行軌跡を曲線近似処理により算出する車両軌跡算出方法。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の車両軌跡算出方法において、
- 前記走行中の車両にヨーレートセンサ（3）、横加速度センサ（4）および車速センサ（5）が備えられ、前記GPS信号に加えてヨーレート値、横方向加速度値、車速値を取得している場合に、
- 前記不測区間では、ドリフト判定を行ってドリフト状態が判定されない場合には前記補間処理に代えて前記ヨーレートセンサ（3）により検出したヨーレート値に基づいて走行軌跡を算出する車両軌跡算出方法。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれか一項に記載の車両軌跡算出方法において、
- 、
- 前記不測区間は、前記走行経路の地理的条件として前記GPS信号の受信レベルが低くなる場所もしくは受信レベルが乱れる場所を含んだ環境要因区間を予め指定する車両軌跡算出方法。
- [請求項5] 請求項4に記載の車両軌跡算出方法において、
- 前記不測区間とされる前記環境要因区間は、前記走行経路の途中の上方あるいは側方にGPS衛星からの電波を遮る構成物あるいはGP

S衛星からの電波を乱す構成物が存在する区間である車両軌跡算出方法。

[請求項6] 請求項1から5のいずれか一項に記載の車両軌跡算出方法において、

車両軌跡を算出することに先立って、前記不測区間を前記GPS信号から算出する角加速度の値に基づいて設定する不測区間設定処理を実行する車両軌跡算出方法。

[請求項7] 請求項6に記載の車両軌跡算出方法において、

前記不測区間設定処理は、前記GPS信号から算出した前記角加速度の値が第1の判定値以上となる異常区間を検出し、検出された前記異常区間の前後の所定時間の範囲を含む区間を不測区間として設定する車両軌跡算出方法。

[請求項8] 請求項2から7の何れか一項に記載の車両軌跡算出方法において、

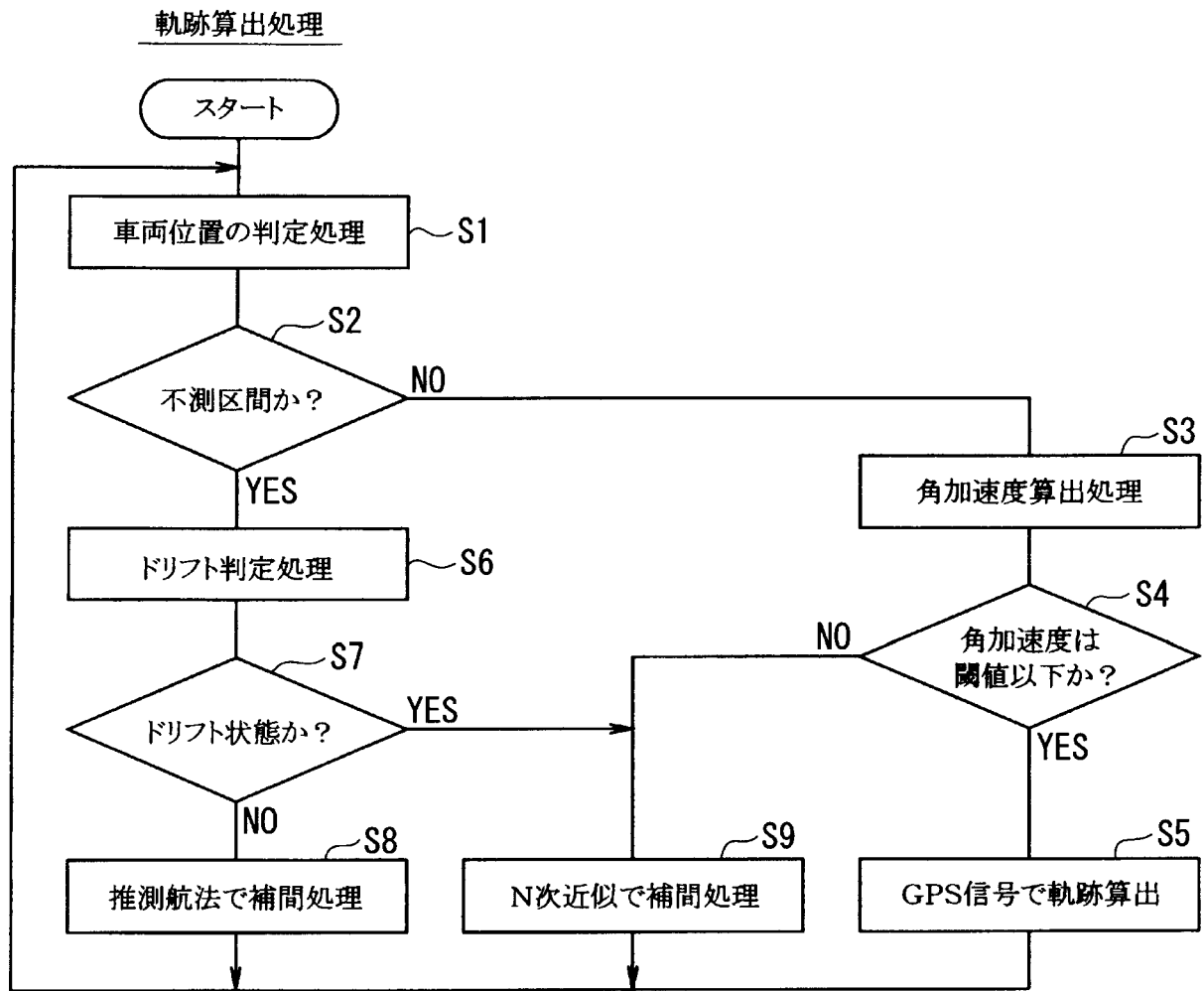
n を3以上の整数とすると、前記補間処理は、前記不測区間の前後の一定区間について算出した走行軌跡から、不測区間内の角速度をその要素である方位と速度とに分解して n 次の近似線で近似して算出する車両軌跡算出方法。

[請求項9] 請求項1ないし8の何れか一項に記載の車両軌跡算出方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記憶した非一時的な記憶媒体。

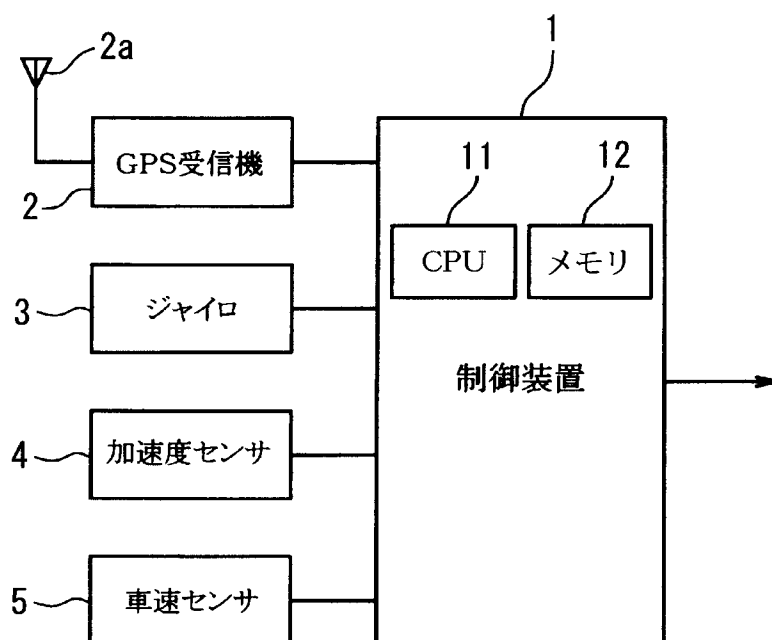
[請求項10] プログラムを記憶するメモリ(12)と、

請求項1ないし8の何れか一項に記載の車両軌跡算出方法を、前記メモリ(12)に記憶されたプログラムに基づいて実行するプロセッサ(11)と、を備える制御装置。

[図1]



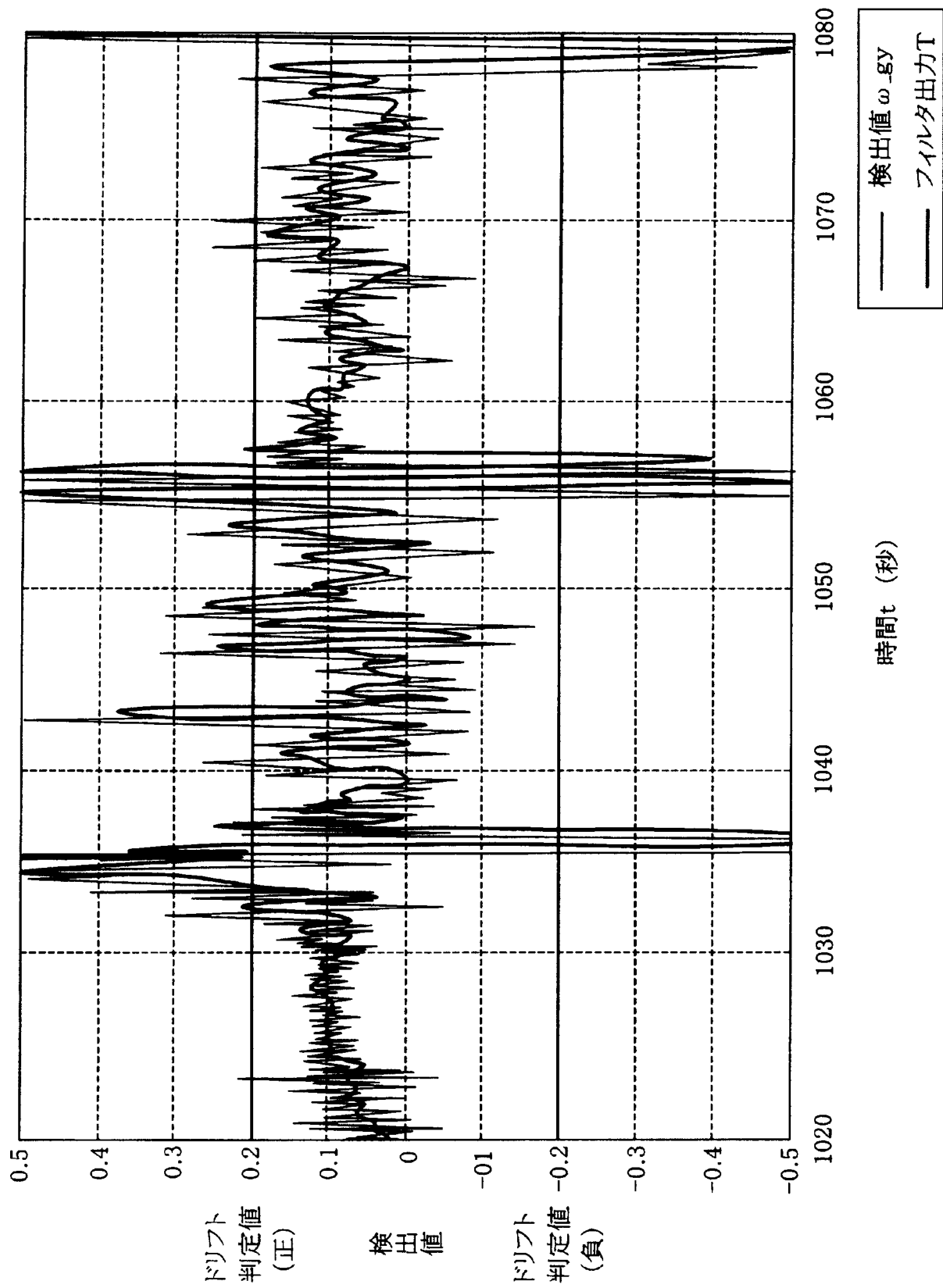
[図2]



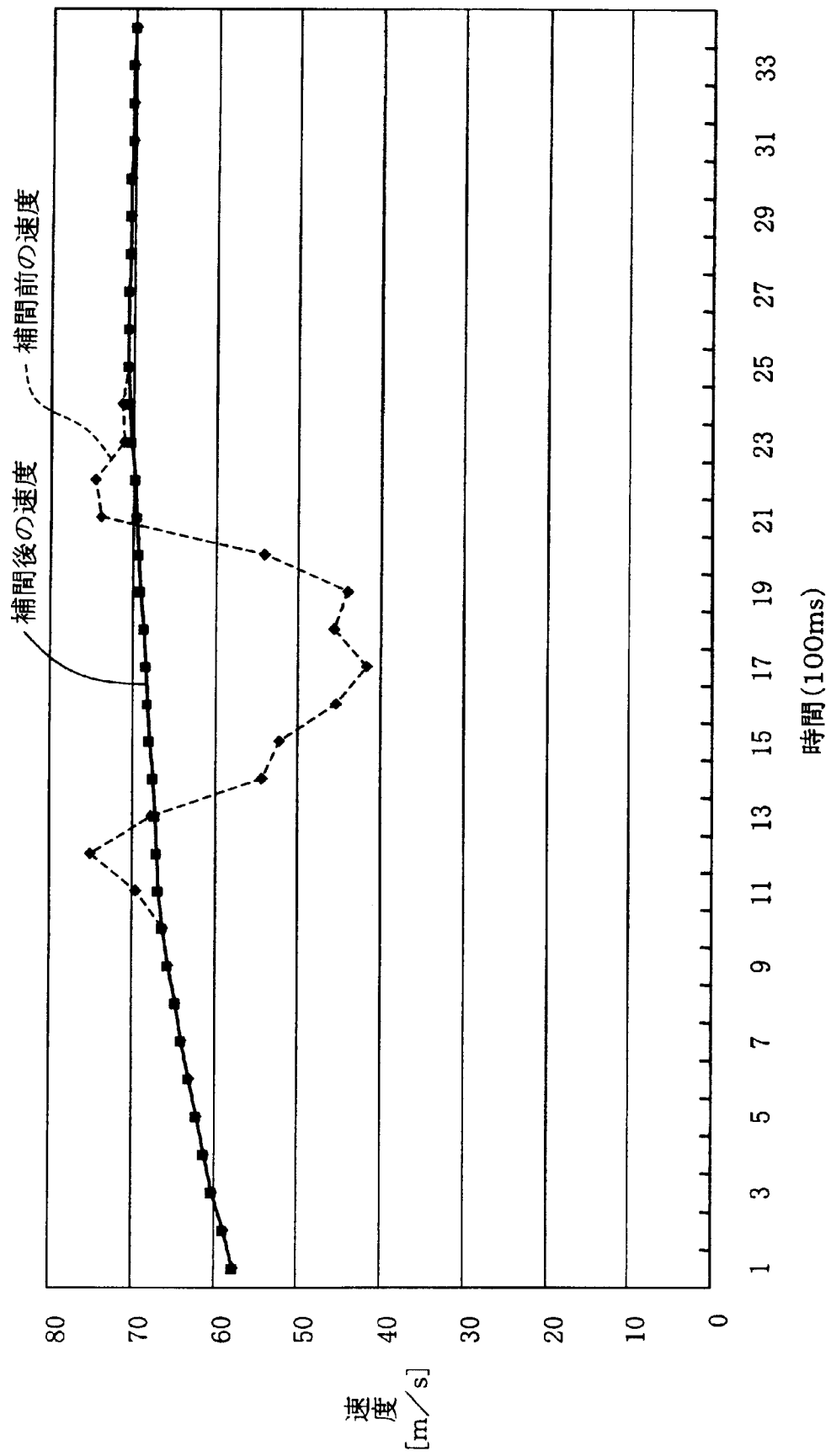
[図3]



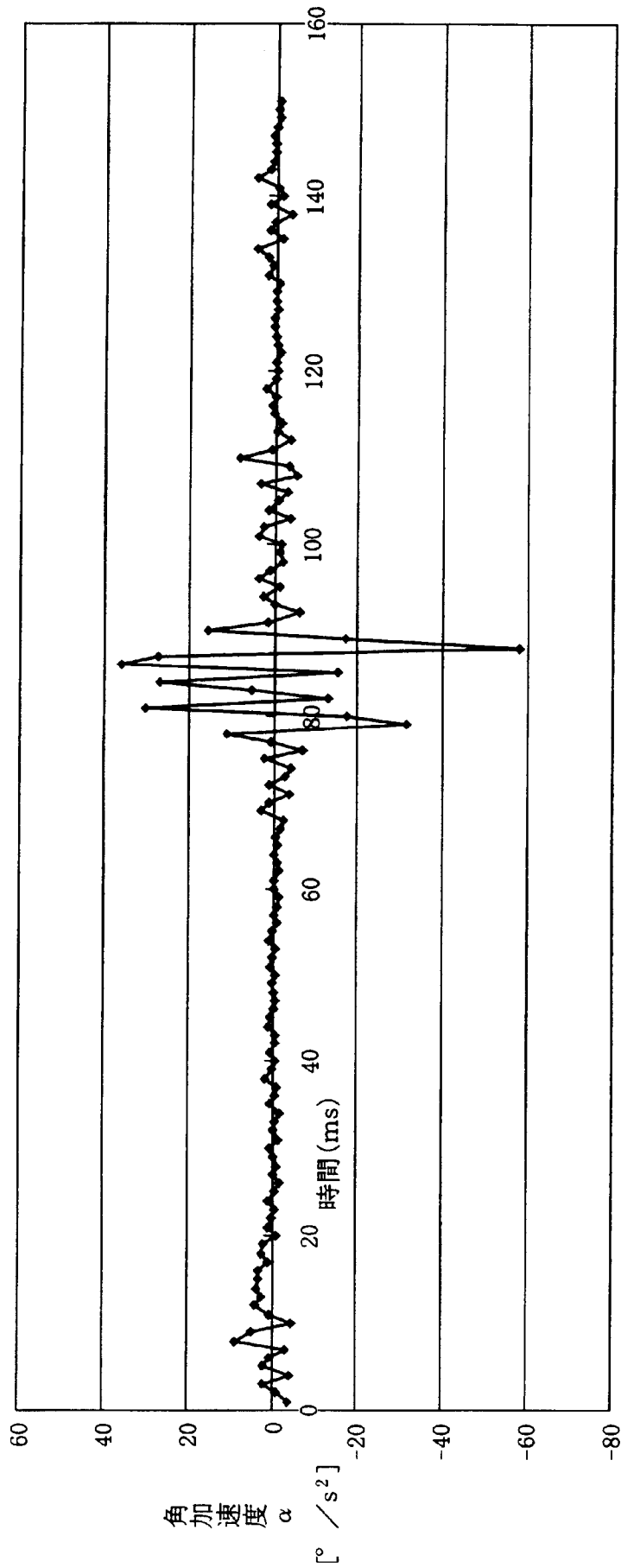
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/000031

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C21/28(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)

G01C21/28

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2007-155493 A (Sharp Corp.), 21 June 2007 (21.06.2007), paragraphs [0028] to [0034], [0045], [0070]; all drawings (Family: none)	1-2, 6-10 4-5 3
Y	JP 2012-93319 A (Zenrin DataCom Co., Ltd.), 17 May 2012 (17.05.2012), claim 1; paragraphs [0021], [0027] to [0028], [0033] to [0037]; all drawings & WO 2012/057256 A1 & CN 103201594 A	4-5
Y	WO 2009/157076 A1 (Pioneer Corp.), 30 December 2009 (30.12.2009), paragraphs [0022] to [0025], [0055] to [0072]; all drawings & US 2011/0144905 A1	4-5

☒ 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
08 April, 2014 (08.04.14)

Date of mailing of the international search report
22 April, 2014 (22.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/000031

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 2012-133023 A (Digspice Co., Ltd.), 12 July 2012 (12.07.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2006-125906 A (Kabushiki Kaisha Looped Picture), 18 May 2006 (18.05.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 7-55480 A (Koden Electronics Co., Ltd.), 03 March 1995 (03.03.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2010-276527 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 09 December 2010 (09.12.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01C21/28(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. G01C21/28

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	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014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	JP 2007-155493 A（シャープ株式会社）2007.06.21, 段落0028	1-2, 6-10
Y	-0034、0045、0070, 全図（ファミリーなし）	4-5
A		3
Y	JP 2012-93319 A（株式会社ゼンリンデータコム）2012.05.17, 請求項1、段落0021、0027-0028、0033-0037, 全図 & WO 2012/057256 A1 & CN 103201594 A	4-5
Y	WO 2009/157076 A1（パイオニア株式会社）2009.12.30, 段落0022-0025、0055-0072, 全図 & US 2011/0144905 A1	4-5

☒ 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

08.04.2014

国際調査報告の発送日

22.04.2014

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）

東 勝之

3 H

9250

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
A	JP 2012-133023 A (デジスパイス株式会社) 2012. 07. 12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2006-125906 A (株式会社ループドピクチャー) 2006. 05. 18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 7-55480 A (株式会社光電製作所) 1995. 03. 03, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2010-276527 A (三洋電機株式会社) 2010. 12. 09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10