

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5273127号
(P5273127)

(45) 発行日 平成25年8月28日 (2013. 8. 28)

(24) 登録日 平成25年5月24日 (2013. 5. 24)

(51) Int.Cl.		F I	
GO 1 C 19/00	(2013. 01)	GO 1 C	19/00 Z
GO 1 S 19/53	(2010. 01)	GO 1 S	19/53
GO 1 S 19/49	(2010. 01)	GO 1 S	19/49

請求項の数 3 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2010-249460 (P2010-249460)	(73) 特許権者	308036402
(22) 出願日	平成22年11月8日 (2010. 11. 8)		株式会社 J V C ケンウッド
(65) 公開番号	特開2012-103024 (P2012-103024A)		神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
(43) 公開日	平成24年5月31日 (2012. 5. 31)	(74) 代理人	100105924
審査請求日	平成24年7月24日 (2012. 7. 24)		弁理士 森下 賢樹
		(72) 発明者	近藤 高広
			神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
		審査官	梶田 真也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 角速度センサ補正装置および角速度センサ補正方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

G P S 衛星からの信号をもとに測位された対象物の測位データと、角速度センサから出力された対象物の角速度とを取得する取得部と、

前記取得部において取得した角速度を少なくとも使用することによって、前記角速度センサのオフセット値を更新させながら順次導出するオフセット値導出部と、

前記取得部において取得した測位データと角速度とをもとに、前記角速度センサの仮の感度係数を逐次導出する感度係数導出部と、

前記感度係数導出部において逐次導出した前記角速度センサの仮の感度係数に対して統計処理を実行することによって、前記オフセット値導出部において導出した前記角速度センサのオフセット値とともに、前記角速度センサから出力された角速度を補正するための前記角速度センサの感度係数を導出する感度係数フィルタ処理部とを備え、

前記感度係数フィルタ処理部は、前記オフセット値導出部において前記角速度センサのオフセット値を更新させる程度に応じて、統計処理の際の忘却係数を変更することを特徴とする角速度センサ補正装置。

【請求項 2】

前記感度係数導出部は、前記オフセット値導出部において前記角速度センサのオフセット値を更新させる程度が大きくなるほど、前記角速度センサの仮の感度係数のひとつを導出するための期間を短くすることを特徴とする請求項 1 に記載の角速度センサ補正装置。

【請求項 3】

G P S 衛星からの信号をもとに測位された対象物の測位データと、角速度センサから出力された対象物の角速度とを取得するステップと、

取得した角速度を少なくとも使用することによって、前記角速度センサのオフセット値を更新させながら順次導出するステップと、

取得した測位データと角速度とをもとに、前記角速度センサの仮の感度係数を逐次導出するステップと、

逐次導出した前記角速度センサの仮の感度係数に対して統計処理を実行することによって、導出した前記角速度センサのオフセット値とともに、前記角速度センサから出力された角速度を補正するための前記角速度センサの感度係数を導出するステップとを備え、

前記角速度センサの感度係数を導出するステップは、前記角速度センサのオフセット値を更新させながら順次導出するステップにおいて前記角速度センサのオフセット値を更新させる程度に応じて、統計処理の際の忘却係数を変更することを特徴とする角速度センサ補正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、角速度センサ補正技術に関し、特に角速度センサからの出力信号を補正するための値を導出する角速度センサ補正装置および角速度センサ補正方法に関する。

【背景技術】

【0002】

車両用ナビゲーション装置では、一般的に、自立航法から算出された位置と、G P S (G l o b a l P o s i t i o n i n g S y s t e m) から算出された位置とが合成されることによって、最適な位置が推定される。自立航法では、車両の速度を示す速度パルスと、角速度センサによって計測された車両の旋回角速度とをもとに、前回の測位位置を更新することによって、現在の位置が算出される。このような方式のナビゲーション装置によれば、G P S 衛星からの電波の受信が困難なトンネル、地下駐車場や高層ビルの谷間であっても、自立航法によって自車位置の導出が可能である。車両の旋回による角速度は、次の式によって導出される。

$$= (V o u t - V o f f s e t) / S \cdots (1)$$

ここで、 $V o u t$ は、角速度センサの出力電圧であり、 $V o f f s e t$ は、角速度センサのオフセット値、 $S (m V / d e g / s e c)$ は、角速度センサの感度係数である。

【0003】

角速度を正確に求めるためには、角速度センサのオフセット値と、感度係数を正確に求める必要がある。角速度センサの感度係数は、一般的に角速度センサの個体差や角速度センサの車両への取り付け角度により異なる。また、オフセット値は温度変化によって変化する可能性がある。つまり、オフセット値は、車両用ナビゲーション装置に使用される基板等の発熱や、車両用ナビゲーション装置が車両のダッシュボード等に取り付けられた場合の車両エンジン等の発熱による温度上昇の影響を受ける。従来、角速度センサのオフセット値は、角速度が「0」になる車両停止時や直進走行時の角速度センサからの出力電圧を用いて補正されていた。しかしながら、高速道路の走行や、交通量の少ない地域における長時間の走行等、車両の停止頻度が少ないケースでは、角速度センサのオフセット値を定期的に補正することが困難になり、オフセット値の精度が悪化しやすくなる。正確に角速度センサからの出力電圧が「0」になるような直進走行時のオフセット値補正についても、道路形状やドライバの運転状況に左右されやすいので、定期的に行うことが困難になる。また、角速度センサの感度係数は、単位期間内での方位変化量と、角速度センサの出力電圧とから導出される。そのため、式(1)から明らかなように、角速度センサの感度係数は、オフセット値の誤差の影響を受ける。

【0004】

直進走行以外の走行中であっても角速度センサのオフセットおよび感度係数を補正する技術が提案されている。そこでは、所定期間の角速度センサの出力電圧の平均値と、その

10

20

30

40

50

平均値が算出される期間の車両の方位変化量をもとに、角速度センサのオフセット値および感度係数が補正されている。具体的に説明すると、角速度センサのオフセット値 $Voffset$ は、次のように導出される。

$$Voffset = 1/n \cdot Vout - 1/t \cdot \Delta\theta / n \cdot S \cdots (2)$$

ここで、 n は、角速度センサの出力電圧のサンプル数であり、 t (sec) は、サンプリング間隔であり、 $\Delta\theta$ (deg) は、方位変化量である。方位変化量は、GPS衛星から取得したGPS方位、あるいは地図データをもとに求められる。また、角速度センサの感度係数については、補正されたオフセット値の変化量が小さい、つまり安定した状態において、次のように導出される。

$$S = (1/n \cdot Vout - Voffset) \cdot n / \Delta\theta \cdot t \cdots (3)$$

ここで、 $Voffset$ は、補正されたオフセット値の変化量が小さいような安定した状態において、既知であり定数とされる（例えば、特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2001-330454号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

このような状況下において、角速度センサの感度係数に対して、オフセット値の変化量が小さいような安定した状態になるまで、式(3)における $Voffset$ が安定しないことによって、サンプル数を増やすと、感度係数の誤差が増大する可能性がある。オフセット値が安定するまでには、一般的に、起動時から30分から1時間以上の期間を要する。そのため、例えば、30分程度以下の走行においては、角速度センサの感度係数を正確に補正することが非常に難しくなるとともに、角速度の導出精度も高くない。起動してから短期間に角速度の導出精度を向上させるためには、角速度センサのオフセット値を短期間で高精度に導出することが要求される。

【0007】

また、角速度センサの感度係数を導出するための式(3)において、方位変化量 $\Delta\theta$ が、GPS衛星から取得したGPS方位から求められる場合、GPS衛星からの電波の受信状況によりGPS方位の精度が悪化するので、感度係数に含まれる誤差が大きくなる。また、式(3)において、方位変化量 $\Delta\theta$ が、地図データに基づいて求められる場合、地図データに基づく道路方位と車両の走行方位とが完全に一致するとは限らないので、感度係数に含まれる誤差が大きくなる。これらの場合でも、感度係数に含まれる誤差の低減が要求される。

【0008】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、短期間であっても角速度の導出精度を向上させる技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明のある態様の角速度センサ補正装置は、GPS衛星からの信号をもとに測位された対象物の測位データと、角速度センサから出力された対象物の角速度とを取得する取得部と、取得部において取得した角速度を少なくとも使用することによって、角速度センサのオフセット値を更新させながら順次導出するオフセット値導出部と、取得部において取得した測位データと角速度とをもとに、角速度センサの仮の感度係数を逐次導出する感度係数導出部と、感度係数導出部において逐次導出した角速度センサの仮の感度係数に対して統計処理を実行することによって、オフセット値導出部において導出した角速度センサのオフセット値とともに、角速度センサから出力された角速度を補正するための角速度センサの感度係数を導出する感度係数フィルタ処理部とを備える。感度係数フィルタ処理部は、オフセット値導出部において角速度センサのオフセット

10

20

30

40

50

値を更新させる程度に応じて、統計処理の際の忘却係数を変更する。

【0010】

この態様によると、角速度センサのオフセット値を更新させる程度に応じて、仮の感度係数に対して統計処理を実行する際の忘却係数を設定するので、オフセット値のドリフトに応じて忘却係数を設定できる。

【0011】

感度係数導出部は、オフセット値導出部において角速度センサのオフセット値を更新させる程度が大きくなるほど、角速度センサの仮の感度係数のひとつを導出するための期間を短くしてもよい。また、角速度センサのオフセット値を更新させる程度が大きくなるほど、角速度センサの仮の感度係数のひとつを導出するための期間を短くするので、環境の変化の影響を低減できる。

10

【0012】

本発明の別の態様は、角速度センサ補正方法である。この方法は、GPS衛星からの信号をもとに測位された対象物の測位データと、角速度センサから出力された対象物の角速度とを取得するステップと、取得した角速度を少なくとも使用することによって、角速度センサのオフセット値を更新させながら順次導出するステップと、取得した測位データと角速度とをもとに、角速度センサの仮の感度係数を逐次導出するステップと、逐次導出した角速度センサの仮の感度係数に対して統計処理を実行することによって、導出した角速度センサのオフセット値とともに、角速度センサから出力された角速度を補正するための角速度センサの感度係数を導出するステップとを備える。角速度センサの感度係数を導出するステップは、角速度センサのオフセット値を更新させながら順次導出するステップにおいて角速度センサのオフセット値を更新させる程度に応じて、統計処理の際の忘却係数を変更する。

20

【0013】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システム、記録媒体、コンピュータプログラムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、短期間であっても角速度の導出精度を向上できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施例に係る角速度算出装置の構成を示す図である。

【図2】図1のオフセット値演算部の構成を示す図である。

【図3】図2のオフセット値フィルタ処理部の構成を示す図である。

【図4】図3の忘却係数設定部において記憶されるテーブルのデータ構造を示す図である。

【図5】図3の忘却係数制御部の構成を示す図である。

【図6】図1の感度係数演算部の構成を示す図である。

【図7】図6の感度係数フィルタ部において記憶されるテーブルのデータ構造を示す図である。

40

【図8】図1の角速度算出装置によるオフセット値の導出手順を示すフローチャートである。

【図9】図1の角速度算出装置による忘却係数 2 の導出手順を示すフローチャートである。

【図10】図1の角速度算出装置による感度係数の導出手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明を具体的に説明する前に、まず概要を述べる。本発明の実施例は、車両等に搭載

50

され、車両の旋回による角速度を導出する角速度算出装置に関する。角速度算出装置は、角速度センサからの出力電圧に対して、オフセット値と感度係数とを使用しながら、角速度を導出する。前述のごとく、角速度センサのオフセットは、温度の変動の影響を受ける。また、オフセット値の誤差は、感度係数の算出精度に影響を与える。その結果、このような状態において、角速度の精度が悪化している。これに対応するために、本実施例に係る角速度算出装置は、次の処理を実行する。

【0017】

角速度算出装置は、車両に搭載された角速度センサから出力電圧を入力するとともに、車両に搭載されたGPS受信機から測位データを入力する。ここで、角速度センサからの出力電圧が、車両の角速度に相当する。また、測位データには、車両の方位、車両の速度、車両の高度等が含まれる。角速度算出装置は、測位データと出力電圧とをもとに、車両の走行状態を推定する。走行状態として、例えば、停止状態、直進走行状態、非直進走行状態のいずれかが特定される。また、角速度算出装置は、走行状態に応じた導出方法にて仮のオフセット値を逐次導出する。さらに、角速度算出装置は、逐次導出した仮のオフセット値に対してフィルタ処理を実行する。ここで、フィルタは、ローパスフィルタに相当する。

10

【0018】

また、フィルタに設定される忘却係数は、走行状態に応じて決定される。例えば、停止状態や直進走行状態では、仮のオフセット値の精度が高いため、過去の値の影響を小さくするような忘却係数が設定される。一方、非直進走行状態では、仮のオフセット値の精度が低いので、過去の値の影響を大きくするような忘却係数が設定される。フィルタの出力値がオフセット値に相当する。角速度算出装置は、測位データと出力電圧とをもとに、仮の感度係数を逐次導出する。また、角速度算出装置は、オフセット値の場合と同様に、逐次導出した仮の感度係数に対してフィルタ処理を実行する。フィルタの出力値が感度係数に相当する。最終的に、角速度算出装置は、角速度センサからの出力電圧、オフセット値、感度係数とをもとに角速度を算出する。

20

【0019】

このような構成において、次のような状況下においても、角速度の導出精度を向上できれば望ましい。走行状態が非直進走行時の場合に、過去のオフセット値の影響が大きいと、真のオフセット値に追従するのに時間を要する可能性がある。例えば、車両内でエアコンをON/OFFするとダッシュボードの温度が急に変化するため、それに伴いオフセット値も大きく変化する。このとき、過去のオフセット値の影響が大きくなるよう忘却係数が設定されていると、真のオフセット値に追従するまでの期間において、導出したオフセット値が誤差を含むようになる。さらに、オフセット値に誤差が含まれると、導出した感度係数も誤差を含むようになる。非直進走行時において周辺温度が大きく変動するような状況であっても角速度の導出精度を高めるためには、角速度センサのオフセット値を短時間で高精度に導出することが要求される。

30

【0020】

これに対応するために、本実施例に係る角速度算出装置は、非直進走行状態の場合に、角速度センサから計算した方位変化とGPSから計算した方位変化の差分値について、過去からの変化量の絶対値を導出する。また、角速度算出装置は、一定期間における絶対値の変化量を導出し、絶対値の変化量に基づいて、オフセット値を導出するための忘却係数を変更させる。例えば、絶対値の変化量が所定値以上であれば、現在の仮のオフセット値の重みが大きくなるように忘却係数が変更され、オフセット値の変化への追従性が向上される。一方、絶対値の変化量が所定値より小さければ、現在の仮のオフセット値の重みが小さくなるように忘却係数が変更され、オフセット値の変化が小さいときの安定性が向上される。また、感度係数を導出するための忘却係数は、オフセット値を導出するための忘却係数に応じて変更される。例えば、温度の変動が微小でありオフセット値のドリフトが小さい場合は、オフセット値の導出精度が高く誤差が少ないので、過去の値の影響を小さくするような忘却係数が設定される。一方、温度の変動が大きくオフセットのドリフトが

40

50

存在する場合は、過去の値の影響を大きくするような忘却係数が設定される。

【0021】

図1は、本発明の実施例に係る角速度算出装置100の構成を示す。角速度算出装置100は、測定部10、パラメータ演算部12、角速度変換部14、制御部34を含む。また、測定部10は、GPS測位部20、有効性判定部22、傾斜検出部24、角速度センサ26を含み、パラメータ演算部12は、オフセット値演算部28、感度係数演算部30、測位データ蓄積部32を含む。さらに信号として、GPS測位データ200、出力信号202、傾斜角度204、オフセット値206、感度係数208、記憶データ210が含まれる。

【0022】

GPS測位部20は、図示しないGPS衛星からの信号を受信して、GPS測位データ200を算出する。GPS測位データ200には、経緯度、車両の高度であるGPS高度、移動速度であるGPS速度、車両の方位であるGPS方位、PDOP (Position Dilution Precision)、捕捉衛星数等が含まれる。ここで、PDOPは、GPS測位データ200におけるGPS衛星位置の誤差が受信点位置にどのように反映されるかの指標であり、測位誤差に相当する。なお、GPS測位データ200には、これら以外の値が含まれていてもよい。また、GPS測位データ200の算出は、公知の技術によってなされればよいので、ここでは説明を省略する。また、GPS測位部20は、GPS測位データ200をサンプリング間隔ごとに、つまり周期的に算出する。GPS測位部20は、GPS測位データ200を有効性判定部22へ逐次出力する。

【0023】

有効性判定部22は、GPS測位部20からのGPS測位データ200を逐次入力する。有効性判定部22は、GPS測位データ200から、GPS測位データ200それぞれの有効性を判定する。例えば、有効性判定部22は、PDOPの値が第1のしきい値以下であり、かつGPS速度が第2のしきい値以上である場合に、それらに対応したGPS方位が有効であると判定する。また、有効性判定部22は、上記の条件が満たされない場合に、対応したGPS方位が無効であると判定する。これは、一般的にPDOPの値が大きい場合やGPS速度が小さい場合に、GPS方位の精度が低くなる傾向があるからである。さらに具体的に説明すると、PDOPの値が6以下であり、かつGPS速度が20km/h以上である場合に、有効性判定部22は、GPS方位の有効性をフラグで表す。

【0024】

また、有効性判定部22は、GPS速度が第3のしきい値以上である場合に、当該GPS速度が有効であると判定する。ここで、第3のしきい値は、第2のしきい値と同じでもよい。さらに、有効性判定部22は、所定の期間でのGPS高度の差が、第4のしきい値以下である場合に、当該GPS高度が有効であると判定する。このような処理の結果、有効性判定部22は、GPS測位データ200に含まれたGPS方位等の各値に対して、有効あるいは無効が示されたフラグを付加する(以下、フラグが付加されたGPS測位データ200もまた「GPS測位データ200」という)。有効性判定部22は、傾斜検出部24、オフセット値演算部28、感度係数演算部30、測位データ蓄積部32へGPS測位データ200を逐次出力する。

【0025】

傾斜検出部24は、有効性判定部22からGPS測位データ200、特にGPS測位データ200に含まれたGPS高度を逐次入力する。傾斜検出部24は、逐次入力したGPS高度をもとに、サンプリング間隔における車両の平均傾斜角度(以下、「傾斜角度204」という)を検出する。具体的に説明すると、傾斜検出部24は、連続したGPS高度の差異を逐次計算してから、計算結果を平均した後に、平均値をサンプリング間隔で除算することによって、傾斜角度204を導出する。ここで、連続したGPS高度の間隔が、サンプリング間隔に相当する。傾斜検出部24は、オフセット値演算部28、感度係数演算部30、測位データ蓄積部32へ傾斜角度204を出力する。

【0026】

角速度センサ26は、例えば、振動ジャイロ等のジャイロ装置に相当し、車両の進行方向の変化を車両の相対的な角度変化として検出する。つまり、角速度センサ26は、車両の旋回角速度を検出する。検出された角速度は、例えば、0V～5Vのアナログ信号として出力される。その際、時計回りの旋回に対応した正の角速度は5V側への2.5Vからの偏差電圧として出力され、反時計回りの旋回に対応した負の角速度は0V側への2.5Vからの偏差電圧として出力される。また、2.5Vは、角速度のオフセット値、つまり零点であり、温度等の影響を受けドリフトする。

【0027】

また、2.5Vからの角速度の偏差程度である感度係数(mV/deg/sec)は、水平な状態において許容誤差内に収まる所定の値として定められている。この許容誤差原因は、ジャイロ装置の個体差や経年変化、温度による影響等である。ジャイロ装置の電圧値は、図示しないAD(Analog to Digital)変換装置によって、例えば、サンプリング間隔100msecでAD変換され、その結果のデジタル信号が出力される。当該デジタル信号は、前述の出力電圧に相当し、以下では、出力信号202という用語を使用する。なお、ジャイロ装置として、公知の技術が使用されればよいので、ここでは説明を省略する。角速度センサ26は、オフセット値演算部28、感度係数演算部30、測位データ蓄積部32、角速度変換部14へ出力信号202を出力する。

10

【0028】

オフセット値演算部28は、有効性判定部22からのGPS測位データ200、傾斜検出部24からの傾斜角度204、角速度センサ26からの出力信号202を入力する。また、オフセット値演算部28は、感度係数演算部30から感度係数208も入力する。オフセット値演算部28は、GPS測位データ200、出力信号202、傾斜角度204、感度係数208とをもとに、角速度センサ26のオフセット値(以下、「オフセット値206」という)を更新させながら順次算出する。なお、オフセット値演算部28での処理の詳細は後述する。オフセット値演算部28は、オフセット値206を角速度変換部14へ出力する。

20

【0029】

感度係数演算部30は、有効性判定部22からのGPS測位データ200、傾斜検出部24からの傾斜角度204、角速度センサ26からの出力信号202を入力する。また、感度係数演算部30は、オフセット値演算部28からオフセット値206も入力する。感度係数演算部30は、GPS測位データ200、出力信号202、傾斜角度204、オフセット値206とをもとに、角速度センサ26の感度係数(以下、前述の「感度係数208」という)を算出する。なお、感度係数演算部30での処理の詳細は後述する。感度係数演算部30は、感度係数208を角速度変換部14へ出力する。

30

【0030】

測位データ蓄積部32は、メモリ上のリングバッファ等で構成され、有効性判定部22からのGPS測位データ200、傾斜検出部24からの傾斜角度204、角速度センサ26からの出力信号202を逐次入力する。測位データ蓄積部32は、有効性判定部22において有効であると判定されたGPS測位データ200を取得し、オフセット値演算部28が後述の仮オフセット値212を導出した期間以前の所定期間、例えば10秒間連続して有効であった場合、GPS測位データ200、傾斜角度204、出力信号202を記憶データ210として記憶する。また、有効なGPS測位データが入力されるごとに、記憶データ210を更新する。測位データ蓄積部32は、入力されたGPS測位データ200が無効であった場合、記憶データ210の更新を行わない。また、所定期間、例えば60秒間連続して無効であった場合、記憶データ210をクリアする。測位データ蓄積部32は、記憶した記憶データ210をオフセット値演算部28へ出力する。

40

【0031】

角速度変換部14は、角速度センサ26からの出力信号202、オフセット値演算部28からのオフセット値206、感度係数演算部30からの感度係数208を入力する。角速度変換部14は、出力信号202、オフセット値206、感度係数208をもとに、前

50

述の式(1)を計算することによって、車両の角速度を算出する。角速度変換部14は、角速度を出力する。制御部34は、角速度算出装置100全体の動作を制御する。

【0032】

この構成は、ハードウェア的には、任意のコンピュータのCPU、メモリ、その他のLSIで実現でき、ソフトウェア的にはメモリにロードされたプログラムなどによって実現されるが、ここではそれらの連携によって実現される機能ブロックを描いている。したがって、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組合せによっていろいろな形で実現できることは、当業者には理解されるところである。

【0033】

図2は、オフセット値演算部28の構成を示す。オフセット値演算部28は、状態推定部40、状態別オフセット値導出部42、オフセット値フィルタ処理部44を含む。また、状態推定部40は、停止推定部50、直進走行推定部52、非直進走行推定部54を含み、状態別オフセット値導出部42は、停止時オフセット値導出部56、直進走行時オフセット値導出部58、非直進走行時オフセット値導出部60を含む。さらに信号として、仮オフセット値212、走行状態情報214が含まれる。

10

【0034】

状態推定部40は、GPS測位データ200、出力信号202、傾斜角度204を入力する。状態推定部40は、停止推定部50、直進走行推定部52、非直進走行推定部54において、車両の走行状態を推定する。ここでは、車両の走行状態として、車両が停止あるいは直進している状態であるか、残りの状態、つまり非直進走行している状態であるかを推定する。また、状態推定部40は、判定結果を走行状態情報214としてオフセット値フィルタ処理部44へ出力する。

20

【0035】

停止推定部50は、図示しない有効性判定部22において有効であると判定されたGPS測位データ200を取得する。また、停止推定部50は、GPS測位データ200からGPS速度を抽出し、GPS速度が「0」であるかを確認する。一方、停止推定部50は、所定期間内における出力信号202の分散値を計算し、分散値と第5のしきい値とを比較する。停止推定部50は、GPS速度が0であり、かつ分散値が第5のしきい値よりも小さい場合に、車両が停止状態であると判定する。前述のごとく、GPS速度が小さい場合、その精度は低くなる傾向があるが、停止推定部50は、出力信号202の分散値を併せて使用することによって停止と判断する。ここで、所定期間は、例えば、GPS速度のサンプリング間隔である1secとされる。所定期間において、出力信号202の分散値が小さいときは、車両の揺れ等がない安定した状態であると推定される。停止推定部50は、停止状態ではないと判定した場合、その旨を非直進走行推定部54へ出力する。

30

【0036】

直進走行推定部52は、図示しない有効性判定部22において有効であると判定されたGPS測位データ200を取得する。また、直進走行推定部52は、GPS測位データ200からGPS方位を抽出し、GPS方位の所定期間にわたる変化(以下、「GPS方位変化」という)を導出する。さらに、直進走行推定部52は、GPS方位変化が「0」であるかを確認する。また、直進走行推定部52は、所定期間における出力信号202の分散値を計算し、分散値と第6のしきい値とを比較する。なお、第6のしきい値は、第5のしきい値と同一であってもよい。ここで、所定期間は、例えば、GPS方位変化が連続して0であるような期間に設定される。

40

【0037】

直進走行推定部52は、GPS方位変化が0であり、かつ分散値が第6のしきい値よりも小さい場合に、車両が直進走行状態であると判定する。所定期間において、出力信号202の分散値が小さいときは、微かな蛇行等の影響がない直進走行状態であると推定される。なお、ドライバの運転状況や道路形状によるが、例えば、市街地等において、直進走行状態の検出頻度は、一般的に、停止推定部50による停止状態の判定よりも少なく、その期間は数秒間程度である。直進走行推定部52は、直進走行状態ではないと判定した場

50

合、その旨を非直進走行推定部 54 へ出力する。ここで、停止推定部 50 において停止状態と判定され、直進走行推定部 52 において直進走行状態であると判定された場合、停止推定部 50 の判定結果が優先される。非直進走行推定部 54 は、停止推定部 50 から、停止状態ではない旨を入力し、かつ直進走行推定部 52 から、直進走行状態ではない旨を入力した場合、車両が非直進走行状態であると判定する。

【0038】

状態別オフセット値導出部 42 は、GPS 測位データ 200、出力信号 202、傾斜角度 204、感度係数 208 を入力する。状態別オフセット値導出部 42 は、状態推定部 40 において推定した車両の走行状態に応じて、角速度センサ 26 の仮オフセット値 212 を逐次導出する。ここで、停止推定部 50 において停止状態と判定された場合、停止時オフセット値導出部 56 が出力信号 202 をもとに仮オフセット値 212 を逐次導出する。また、直進走行推定部 52 において直進走行状態と判定された場合、直進走行時オフセット値導出部 58 が出力信号 202 をもとに仮オフセット値 212 を逐次導出する。

10

【0039】

また、直進走行時オフセット値導出部 58 において非直進走行状態と判定された場合、非直進走行時オフセット値導出部 60 が GPS 測位データ 200、出力信号 202、傾斜角度 204、感度係数 208 をもとに仮オフセット値 212 を逐次導出する。つまり、車両の走行状態に応じて停止時オフセット値導出部 56 から非直進走行時オフセット値導出部 60 は、GPS 測位データ 200、出力信号 202 等の組合せを変更しながら、仮オフセット値 212 を導出する。

20

【0040】

停止時オフセット値導出部 56 は、停止状態と判定された場合に、出力信号 202 をもとに、角速度センサ 26 の仮オフセット値 212 を逐次導出する。具体的に説明すると、停止時オフセット値導出部 56 は、停止時に車両の旋回角速度が「0」になることを利用し、出力信号 202 の平均値を仮オフセット値 212 として算出する。直進走行時オフセット値導出部 58 は、直進走行状態と判定された場合に、出力信号 202 をもとに、角速度センサ 26 の仮オフセット値 212 を逐次導出する。具体的に説明すると、ここでも車両の旋回角速度が 0 であるので、直進走行時オフセット値導出部 58 は、出力信号 202 の平均値を仮オフセット値 212 として算出する。

【0041】

非直進走行時オフセット値導出部 60 は、非直進走行状態であると判定された場合に、GPS 測位データ 200 中の GPS 方位、傾斜角度 204、出力信号 202、感度係数 208 とをもとに、例えば、GPS 方位のサンプリング間隔における仮オフセット値 212 を逐次導出する。ここで、仮オフセット値 212 は、次のように導出される。

30

$$G o f f s e t = 1 / n \cdot G o u t \cdot G s e n s i t i v i t y \cdot \cos (\quad) \cdot \cdot \cdot (4)$$

ここで、n は、GPS 方位のサンプリング間隔における出力信号 202 のサンプル数であり、G o u t (m V) は、GPS 方位のサンプリング間隔における出力信号 202 の合計値である。また、(d e g) は、GPS 方位変化量であり、G s e n s i t i v i t y (m V / d e g / s e c) は、感度係数 208 であり、(d e g) は、車両の傾斜角度 204 である。

40

【0042】

感度係数 208 は、通常、図示しない感度係数演算部 30 から入力されるが、角速度算出装置 100 の起動直後などのような状態において、感度係数 208 が未だ算出されていないこともありえる。そのような場合、非直進走行時オフセット値導出部 60 は、図示しないジャイロ装置の仕様によって決定される感度係数 208 を初期値として使用する。また、非直進走行時オフセット値導出部 60 は、前回の走行終了時に感度係数演算部 30 からの感度係数 208 を記憶しておき、初期値として使用してもよい。

【0043】

オフセット値フィルタ処理部 44 は、状態別オフセット値導出部 42 において逐次導出

50

した仮オフセット値 212 を入力する。オフセット値フィルタ処理部 44 は、仮オフセット値 212 に対して統計処理を実行することによって、角速度センサ 26 のオフセット値 206 を導出する。以下では、図 3 を使用しながら、オフセット値フィルタ処理部 44 の処理を説明する。

【0044】

図 3 は、オフセット値フィルタ処理部 44 の構成を示す。オフセット値フィルタ処理部 44 は、 i 乗算部 70、加算部 72、 $1 - i$ 乗算部 74、忘却係数設定部 76、忘却係数制御部 78 を含む。図示のごとく、オフセット値フィルタ処理部 44 は、IIR (Infinite Impulse Response) フィルタを含むように構成されており、IIR フィルタによってローパスフィルタを構成する。 i 乗算部 70 は、仮オフセット値 212 に忘却係数「 i 」を乗算する。ここで、「 i 」は、1 あるいは 2 である。そのため、忘却係数「 i 」は、1、2 の総称である。なお、1 および 2 については後述する。 i 乗算部 70 は、乗算結果を加算部 72 へ出力する。

10

【0045】

加算部 72 は、 i 乗算部 70 からの乗算結果と、 $1 - i$ 乗算部 74 からの乗算結果とを逐次加算する。加算部 72 は、加算結果をオフセット値 206 として逐次出力する。 $1 - i$ 乗算部 74 は、オフセット値 206 に係数「 $1 - i$ 」を乗算する。なお、係数「 $1 - i$ 」のうちの「 i 」は、 i 乗算部 70 での i と同様であるので、ここでは説明を省略する。 $1 - i$ 乗算部 74 は、加算部 72 へ乗算結果をフィードバックする。忘却係数設定部 76 は、走行状態情報 214 を入力する。また、忘却係数設定部 76 は、走行状態情報 214 にて示された状態に応じて、忘却係数「 i 」の値を決定する。さらに、忘却係数設定部 76 は、決定した忘却係数「 i 」を i 乗算部 70 および $1 - i$ 乗算部 74 へ設定する。

20

【0046】

図 4 は、忘却係数設定部 76 において記憶されるテーブルのデータ構造を示す。図示のごとく、走行状態欄 300、忘却係数欄 302 が含まれる。走行状態欄 300 には、走行状態情報 214 にて示される各状態が含まれる。忘却係数欄 302 には、各状態に対応した忘却係数「 i 」を記憶する。つまり、停止状態と直進走行状態に対して忘却係数「1」が対応づけられ、非直進走行状態に対して忘却係数「2」が対応づけられる。ここで、 $2 < 1$ の規定がなされる。また、1 は固定値であるが、2 は可変値である。図 3 に戻る。忘却係数制御部 78 は、感度係数 208、記憶データ 210 をもとに、忘却係数「2」の値を決定し、決定した忘却係数「2」の値を忘却係数設定部 76 へ出力する。

30

【0047】

ここでは、忘却係数を変更する理由を説明する。オフセット値フィルタ処理部 44 の構成より、時刻 t におけるオフセット値 $V_{offset}(t)$ は、次のように示される。

$$V_{offset}(t) = i G_{offset}(t) + (1 - i) V_{offset}(t - 1) \cdots (5)$$

なお、 $G_{offset}(t)$ は、時刻 t における仮オフセット値 212 である。つまり、 i が大きくなると、 $V_{offset}(t)$ のうちの $G_{offset}(t)$ の影響が大きくなり、 i が小さくなると、 $V_{offset}(t)$ のうちの $V_{offset}(t - 1)$ の影響が多くなる。これは、前者の場合において新しい仮オフセット値 212 の影響が大きくなり、後者の場合において過去のオフセット値 206 の影響が大きくなることに相当する。

40

【0048】

例えば、停止状態あるいは直進走行状態において、仮オフセット値 212 は、車両の旋回角速度が 0 である状態の出力信号 202 から導出されるので、その信頼度は高い。そのため、これらの状態において順次導出されるオフセット値 206 に対して、非直進走行状態よりも、新たに導出された仮オフセット値 212 の重み付けを大きくした平均化処理が

50

なされる。これは、過去の仮オフセット値 2 1 2 の影響が小さくなるような忘却係数を使用することに相当する。

【 0 0 4 9 】

一方、非直進走行時においては、式 (4) の G P S 方位変化量から求められる や車両の平均傾斜角度 に誤差等が含まれる可能性がある。ここで、仮オフセット値 2 1 2 のドリフトは温度による影響等によるものであるので、仮オフセット値 2 1 2 の変動にはある連続性を持った特性が存在すると推測される。そのため、その特性に適したローパスフィルタを使用することによって、式 (4) から導かれたオフセット値に含まれる誤差を吸収できる。具体的には、その特性に適したローパスフィルタとは、過去の仮オフセット値 2 1 2 の影響が大きくなるような忘却係数を使用することに相当する。

10

【 0 0 5 0 】

図 5 は、忘却係数制御部 7 8 の構成を示す。忘却係数制御部 7 8 は、G P S 方位変化演算部 8 0、自立航法方位変化演算部 8 2、差分演算部 8 4、差分絶対値演算部 8 6、忘却係数演算部 8 8 を含む。G P S 方位変化演算部 8 0 と自立航法方位変化演算部 8 2 は、測位データ蓄積部 3 2 から出力される記憶データ 2 1 0 を入力する。G P S 方位変化演算部 8 0 は、記憶データ 2 1 0 に含まれる G P S 方位データから、所定期間における G P S 方位の変化量 (以下、「G P S 方位変化量」という) を算出し、G P S 方位変化量を差分演算部 8 4 へ出力する。自立航法方位変化演算部 8 2 は、記憶データ 2 1 0 に含まれる角速度データおよび傾斜角度と、感度係数 2 0 8 と、仮オフセット値 2 1 2 から、式 (1) を用いて角速度を算出し、角速度を所定期間にわたって積算することによって、自立航法による方位の変化量 (以下、「自立航法方位変化量」という) を算出する。自立航法方位変化演算部 8 2 は、自立航法方位変化量を差分演算部 8 4 へ出力する。

20

【 0 0 5 1 】

差分演算部 8 4 は、G P S 方位変化演算部 8 0 から G P S 方位変化量を入力するとともに、自立航法方位変化演算部 8 2 から自立航法方位変化量を入力する。差分演算部 8 4 は、G P S 方位変化量と自立航法方位変化量との差分値を算出し、差分値を差分絶対値演算部 8 6 へ出力する。差分絶対値演算部 8 6 は、差分演算部 8 4 からの差分値を順次入力する。差分絶対値演算部 8 6 は、差分値を前回の差分値と比較し、それらの差分の絶対値を導出する。当該絶対値は、差分値の変化量の絶対値に相当する。例えば、入力された値が 0 . 5 (d e g)、前回に入力された値が 0 . 3 (d e g) のとき、変化量の絶対値は 0 . 2 になる。差分絶対値演算部 8 6 は、変化量の絶対値を忘却係数演算部 8 8 へ出力する。

30

【 0 0 5 2 】

忘却係数演算部 8 8 は、差分絶対値演算部 8 6 からの絶対値を逐次入力する。忘却係数演算部 8 8 は、一定期間にわたる絶対値の変化量を導出し、絶対値の変化量をもとに、オフセット値フィルタ処理部 4 4 での忘却係数「 2 」を調節する。具体的には、絶対値の変化量が第 7 のしきい値以上である場合は、オフセット値の実際の変動に追従できていないと推定して 2 が大きくなるように制御し、第 8 のしきい値より小さい場合は、追従できていると判断して 2 が小さくなるように制御する。つまり、忘却係数演算部 8 8 は、絶対値の変化量が大きくなるほど、角速度センサ 2 6 のオフセット値導出において、新たに導出した仮オフセット値 2 1 2 の影響が大きくなるような忘却係数「 2 」を設定する。例えば、絶対値の変化量が 0 . 1 (d e g) 以上であった場合に、忘却係数演算部 8 8 は、2 へ 0 . 0 1 加算する等の処理を行う。また、第 7 のしきい値と第 8 のしきい値は、例えば、「 0 」のように同じ値でもよい。その結果、忘却係数演算部 8 8 は、図 4 のテーブルの 2 を更新する。ここで、記憶データ 2 1 0 の入力がない場合も考えられるが、そのときは予め設定した 2 の初期値で図 4 のテーブルの 2 を更新する。また、ここでは、非直進走行推定部 5 4 が対象物の走行状態として非直進走行状態を推定した場合に、忘却係数演算部 8 8 は、上記の処理を実行する。

40

【 0 0 5 3 】

図 3 に戻る。忘却係数設定部 7 6 は、図 4 のテーブルを参照しながら、走行状態情報 2

50

14にて示された状態から忘却係数「1」あるいは「2」を選択する。このように、忘却係数設定部76は、車両の走行状態に応じて、フィルタ処理の際の忘却係数を変更する。また、オフセット値フィルタ処理部44は、導出したオフセット値206に2を付加する(以下、2が付加されたオフセット値206もまた「オフセット値206」という)。

【0054】

図6は、感度係数演算部30の構成を示す。感度係数演算部30は、感度係数導出部90、感度係数フィルタ部92、忘却係数制御部94を含む。感度係数導出部90は、GPS測位データ200、出力信号202、傾斜角度204を入力する。また、感度係数演算部30は、オフセット値206も入力する。また、感度係数導出部90は、GPS測位データ200、出力信号202、傾斜角度204、オフセット値206とをもとに、角速度センサ26の仮の感度係数を逐次導出する。

10

【0055】

具体的に説明すると、感度係数導出部90は、GPS測位データ200においてGPS方位が有効であると示されている場合、次のように、GPS方位のサンプリング間隔における角速度センサ26の仮の感度係数を算出する。

$$G_{sensitivity} = (1/n \cdot G_{out} - G_{offset}) / \dots / \cos(\dots) \dots (6)$$

ここで、 G_{offset} は、図示しないオフセット値演算部28から入力されるが、角速度算出装置100の起動直後などのような状態において、オフセット値206が未だ算出されていないこともありえる。式(6)には、 \dots による除算が含まれるので、 \dots が所定値以上であるときに感度係数を算出する。 \dots の値が所定値以下であるときは、感度係数導出部90は、直前に補正した感度係数を出力する。

20

【0056】

感度係数フィルタ部92は、感度係数導出部90において逐次導出した仮の感度係数を入力する。感度係数フィルタ部92は、仮の感度係数に対して統計処理を実行することによって、角速度センサ26の感度係数208を導出する。感度係数フィルタ部92は、図3に示されたオフセット値フィルタ処理部44と同様に、IIRフィルタにて構成されており、IIRフィルタは、ローパスフィルタを構成する。その結果、式(6)におけるGPS方位変化量から求められる \dots や、車両の平均傾斜角度 \dots に含まれる誤差が吸収される。また、感度係数フィルタ部92は、忘却係数制御部94からの指示をもとに、IIRフィルタでの忘却係数を設定する。

30

【0057】

詳しくは、時刻 t における感度係数208： $S(t)$ は、次のように示される。

$$S(t) = i G_{sensitivity}(t) + (1 - i) S(t - 1) \dots (7)$$

なお、 $G_{sensitivity}(t)$ は、時刻 t における仮感度係数である。つまり、 i が大きくなると、 $S(t)$ のうちの $G_{sensitivity}(t)$ の影響が大きくなり、 i が小さくなると、 $S(t)$ のうちの $S(t - 1)$ の影響が多くなる。これは、前者の場合において新しい仮感度係数の影響が大きくなり、後者の場合において過去の感度係数208の影響が大きくなることに相当する。

40

【0058】

忘却係数制御部94は、オフセット値206の忘却係数2に応じて、感度係数フィルタ部92での忘却係数を変更する。これは、オフセット値フィルタ処理部44において角速度センサのオフセット値を更新させる程度に応じて、感度係数フィルタ部92での統計処理の際の忘却係数を変更することに相当する。また、忘却係数制御部94は、変更した忘却係数の使用を感度係数フィルタ部92に設定する。図7は、感度係数フィルタ部92において記憶されるテーブルのデータ構造を示す。図示のごとく、条件欄400、忘却係数欄402が示される。条件欄400には、忘却係数を決定するためのオフセット値206に含まれる忘却係数の条件として、「 x 以上」、「 x 未満」が示されている。忘却係数

50

欄 402 には、条件欄 400 での各条件に対応した忘却係数の値が示される。具体的には、「x 以上」の場合に対して、忘却係数 10 が設定されており、「x 未満」の場合に対して、忘却係数 11 が規定されている。また、 $10 < 11$ の関係が規定されている。つまり、x 以上の場合はオフセット値 206 の変動が大きいので、x 未満の場合よりも、新たに導出された仮の感度係数の重み付けを小さくした平均化処理がなされる。

【0059】

また、ここでは、GPS 方位のサンプリング間隔における仮の感度係数を算出する例を示したが、Offset および の変動が微小である場合、あるいは の値が所定値以上にならない場合は、算出の間隔が大きくされてもよい。つまり、仮の感度係数の導出は、GPS 方位のサンプリング間隔に限定されない。さらに、オフセット値 206 を導出 10
するための忘却係数 2 が x 以上の場合は、仮の感度係数を算出する間隔を x 未満の場合より小さくしてもよい。つまり、オフセット値フィルタ処理部 44 において角速度センサのオフセット値を更新させる程度が大きくなるほど、角速度センサの仮の感度係数のひとつを導出するための期間を短くしてもよい。

【0060】

以上の構成による角速度算出装置 100 の動作を説明する。図 8 は、角速度算出装置 100 によるオフセット値の導出手順を示すフローチャートである。有効性判定部 22 は、GPS 測位部 20 において測位されたふたつの GPS 測位データ 200 の有効性を判定する (S10)。ふたつの GPS 測位データ 200 は、サンプリング間隔時間だけ離れたタイミングでの GPS 測位データ 200 に相当する。有効でなければ (S10 の N)、待機 20
する。ともに有効であれば (S10 の Y)、オフセット値演算部 28 は、GPS 測位データ 200 のサンプリング間隔における車両の GPS 方位変化量と、角速度センサ 26 の出力信号 202 の合計値、傾斜検出部 24 が出力する車両の傾斜角度 204、感度係数演算部 30 が出力する感度係数 208 を取得する (S12)。

【0061】

状態推定部 40 は、取得した各種情報をもとに、車両の走行状態が停止あるいは直進走行状態であるかを判定する (S14)。停止あるいは直進走行状態であれば (S14 の Y)、停止時オフセット値導出部 56 あるいは直進走行時オフセット値導出部 58 は、取得した各種情報をもとに角速度センサ 26 の仮オフセット値 212 を算出する (S16)。オフセット値フィルタ処理部 44 は、忘却係数 1 でフィルタ処理を実行する (S18) 30
。一方、停止あるいは直進走行状態でなければ (S14 の N)、非直進走行時オフセット値導出部 60 は、取得した各種情報をもとに角速度センサ 26 の仮オフセット値 212 を算出する (S20)。オフセット値フィルタ処理部 44 は、忘却係数 2 でフィルタ処理を実行する (S22)。

【0062】

図 9 は、角速度算出装置 100 による忘却係数 2 の導出手順を示すフローチャートである。測位データ蓄積部 32 から記憶データ 210 が入力されない場合 (S70 の N)、待機する。忘却係数制御部 78 は、測位データ蓄積部 32 から記憶データ 210 が入力された場合 (S70 の Y)、GPS 方位変化演算部 80 において所定期間の GPS 方位変化量を算出し、自立航法方位変化演算部 82 において自立航法方位変化量を算出する (S72) 40
。差分演算部 84 は、GPS 方位変化演算部 80 と自立航法方位変化演算部 82 から入力したそれぞれの方位変化量の差分を算出し (S74)、差分絶対値演算部 86 へ出力する。差分絶対値演算部 86 は、方位変化差分の絶対値を算出し (S76)、前回の値との差分を忘却係数演算部 88 へ出力する。忘却係数演算部 88 は、逐次入力した絶対値の変化量が第 7 のしきい値以上であった場合 (S78 の Y)、2 へ所定値を加算する (S80)。絶対値の変化量が第 7 のしきい値未満の場合 (S78 の N)、さらに絶対値の変化量が第 8 のしきい値より小さいかどうかを判断する (S82)。忘却係数演算部 88 は、絶対値の変化量が第 8 のしきい値より小さい場合 (S82 の Y)、2 へ所定値を減算する (S84)。絶対値の変化量が第 8 のしきい値より小さくない場合 (S82 の N)、処理は終了される。 50

【 0 0 6 3 】

図 1 0 は、角速度算出装置 1 0 0 による感度係数の導出手順を示すフローチャートである。有効性判定部 2 2 は、GPS 測位部 2 0 において測位されたふたつの GPS 測位データ 2 0 0 の有効性を判定する (S 4 0)。ふたつの GPS 測位データ 2 0 0 は、サンプリング間隔時間だけ離れたタイミングでの GPS 測位データ 2 0 0 に相当する。有効でなければ (S 4 0 の N)、待機する。ともに有効であれば (S 4 0 の Y)、感度係数演算部 3 0 は、GPS 測位データ 2 0 0 のサンプリング間隔における車両の GPS 方位変化量と、角速度センサ 2 6 の出力信号 2 0 2 の合計値、傾斜検出部 2 4 が出力する車両の傾斜角度 2 0 4、オフセット値演算部 2 8 が出力するオフセット値 2 0 6 を取得する (S 4 2)。

【 0 0 6 4 】

感度係数導出部 9 0 は、取得した GPS 方位変化量が所定値以上でないと判定すれば (S 4 4 の N)、ステップ 4 0 に戻る。一方、感度係数導出部 9 0 は、取得した GPS 方位変化量が所定値以上であると判定すれば (S 4 4 の Y)、取得した各種情報に基づいて角速度センサ 2 6 の仮の感度係数を導出する (S 4 6)。感度係数フィルタ部 9 2 は、オフセット値 2 0 6 に含まれる忘却係数がしきい値以上であるかを判定し (S 4 8)、しきい値以上であれば (S 4 8 の Y)、図 7 に示した 1 0 を忘却係数として設定し、仮の感度係数に対してフィルタ処理を実行する (S 5 0)。しきい値以上でなければ (S 4 8 の N)、感度係数フィルタ部 9 2 は、1 1 を忘却係数として設定し、仮の感度係数に対してフィルタ処理を実行する (S 5 2)。

【 0 0 6 5 】

本発明の実施例によれば、GPS 方位変化量と自立航法方位変化量との差分の変化量をもとに、忘却係数を設定するので、現在の仮のオフセット値に適した忘却係数を設定できる。また、現在の仮のオフセット値に適した忘却係数が設定されるので、短期間であってもオフセット値に含まれる誤差を低減できる。また、GPS 方位変化量と自立航法方位変化量との差分の変化量の絶対値を算出し、その絶対値の変化量が大きくなるほど、新たに導出した仮のオフセット値の影響が大きくなるような忘却係数を設定するので、オフセット値の実際の変動に追従できる。また、その絶対値の変化量が小さくなるほど、新たに導出した仮のオフセット値の影響が小さくなるような忘却係数を設定するので、オフセット値の安定性を向上できる。また、非直進走行状態の場合に忘却係数の調節を実行するので、オフセット値がずれやすい場合に忘却係数の微調節を実行できる。また、忘却係数の微調節が実行されるので、オフセット値の推定精度の悪化を抑制できる。また、オフセット値の推定精度の悪化が抑制されるので、角速度の推定精度を向上できる。

【 0 0 6 6 】

また、オフセット値を更新させるための忘却係数に応じて、仮の感度係数に対して統計処理を実行する際の忘却係数を設定するので、オフセット値のドリフトに応じて忘却係数を設定できる。また、オフセット値のドリフトに応じて忘却係数が設定されるので、短期間であっても感度係数に含まれる誤差を低減できる。また、オフセット値のドリフトに応じて忘却係数が設定されるので、感度係数の推定精度を向上できる。また、感度係数の推定精度が向上されるので、角速度の推定性を向上できる。また、オフセット値を更新させるための忘却係数が小さくなるほど、仮の感度係数に対して統計処理を実行する際の忘却係数も大きくするので、オフセット値の実際の変動に追従するような感度係数を導出できる。また、オフセット値を更新させるための忘却係数が大きくなるほど、仮の感度係数に対して統計処理を実行する際の忘却係数も小さくなるので、安定性の高い感度係数を導出できる。また、角速度センサのオフセット値を更新させるための忘却係数が大きくなるほど、角速度センサの仮の感度係数のひとつを導出するための期間を短くするので、環境の変化の影響を低減できる。

【 0 0 6 7 】

また、走行状態に応じた仮オフセット値を導出するとともに、走行状態に応じた忘却係数を使用しながら仮オフセット値をフィルタ処理することによってオフセット値を導出するので、短期間であってもオフセット値に含まれる誤差を低減できる。また、オフセット

10

20

30

40

50

値に含まれる誤差が低減されるので、オフセット値の導出精度を向上できる。また、角速度センサのオフセット値について、車両の傾斜角度を考慮するので、導出精度をさらに向上できる。また、GPS方位のサンプリング間隔といった短い時間にて、車両の走行状態に応じた最適なオフセット値を導出するので、オフセット値のドリフトに精度よく追従できる。

【0068】

また、仮の感度係数を導出するとともに、可変の忘却係数を使用しながら仮の感度係数をフィルタ処理することによって感度係数を導出するので、短期間であっても感度係数に含まれる誤差を低減できる。また、感度係数に含まれる誤差が低減されるので、感度係数の導出精度を向上できる。また、走行状態として実質的にふたつの状態を規定し、仮オフセット値の2種類の導出方法および1および2の忘却係数を用意するので、処理を簡易にできる。また、角速度センサの感度係数について、車両の傾斜角度およびその変動を考慮して算出するので、傾斜のある道路の走行時においても導出精度を向上できる。また、オフセット値のドリフトに精度よく追従できるので、ナビゲーション装置の起動直後から感度係数を正確に導出できる。また、オフセット値と感度係数との導出精度が向上されるので、角速度の導出精度を向上できる。

10

【0069】

以上、本発明を実施例をもとに説明した。この実施例は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

20

【0070】

本発明の実施例において、オフセット値演算部28、感度係数演算部30は、式(4)、式(6)を計算する際に、GPS測位データ200に含まれたGPS方位をもとにしたを使用している。しかしながらこれに限らず例えば、オフセット値演算部28、感度係数演算部30は、図示しない地図データベースを用いて、車両がマッチングしている道路方位を利用してよい。なお、地図データベースへの車両のマッチングには、GPS測位データ200が使用される。本変形例によれば、角速度算出装置100の構成の自由度を向上できる。

【0071】

本発明の実施例において、傾斜検出部24は、GPS高度を利用して車両の傾斜角度204を算出している。しかしながらこれに限らず例えば、傾斜検出部24が加速度センサを備え、加速度センサからの情報を利用して傾斜角度204を算出してもよい。または、傾斜検出部24は、図示しない地図データベースに含まれる道路情報に高度情報が存在する場合に、車両がマッチングしている道路の高度情報を利用してよい。本変形例によれば、傾斜角度204を高精度に導出できる。

30

【0072】

本発明の実施例において、オフセット値演算部28、感度係数演算部30は、仮オフセット値212、仮の感度係数を導出する際に、傾斜角度204を使用している。しかしながらこれに限らず例えば、傾斜角度204は使用されなくてもよい。その際、式(4)、式(6)での は0にされる。本変形例によれば、処理を簡易にできる。

40

【0073】

本発明の実施例において、状態推定部40は、車両の走行状態判定として、GPS測位データ200に含まれたGPS速度を使用して、停止状態を判定している。しかしながらこれに限らず例えば、状態推定部40は、図示しないパルス検出部からの車両の車速パルス信号を入力し、車速パルスをもとに停止状態を判定してもよい。ここで、パルス検出部は、図示しない速度センサに接続されており、速度センサは、ドライブシャフトの回転に対応して回転するスピードメータケーブルの中間に設置され、ドライブシャフトの回転に伴った車速パルス信号を出力する。本変形例によれば、さまざまな手段によって車両の速度を測定できる。

【0074】

50

本発明の実施例において、有効性判定部 22 は、GPS 測位データ 200 の有効性を判定するために、PDOP を使用している。しかしながらこれに限らず例えば、有効性判定部 22 は、GDOP (Geometric Dilution Of Precision)、HDOP (Horizontal Dilution Of Precision) 等や、これらの組合せを使用してもよい。本変形例によれば、さまざまなパラメータを判定に使用できる。

【0075】

本発明の実施例において、オフセット値フィルタ処理部 44 や感度係数フィルタ部 92 は、IIR フィルタを含むように形成されている。しかしながらこれに限らず例えば、オフセット値フィルタ処理部 44 や感度係数フィルタ部 92 は、FIR (Finite Impulse Response) フィルタを含むように形成されていてもよい。その際、忘却係数は、タップ係数として設定される。本変形例によれば、フィルタ構成の自由度を向上できる。

10

【0076】

本発明の実施例において、忘却係数制御部 78 は、非直進走行状態が推定された場合に、忘却係数 2 の調節を実行している。しかしながらこれに限らず例えば、忘却係数制御部 78 は、直進走行状態が推定された場合にも、忘却係数 1 の調節を実行してもよい。その際、忘却係数制御部 78 は、非直進走行状態の場合における忘却係数 2 の調節幅よりも直進走行状態の場合における忘却係数 1 の調節幅を大きくする。本変形例によれば、この場合、非直進走行状態の場合における忘却係数の調節幅よりも直進走行状態の場合における忘却係数の調節幅を大きくするので、オフセット値の実際の変動に追従できる。

20

【0077】

本発明の実施例において、忘却係数制御部 78 は、停止状態に対する忘却係数と、直進走行状態に対する忘却係数とに対して、同一の値を規定する。しかしながらこれに限らず例えば、忘却係数制御部 78 は、これらに対して異なった値を設定してもよい。これは、3つの状態のそれぞれに対して異なった処理がなされているといえる。本変形例によれば、走行状態として3つの状態に対して、3つの忘却係数を用意するので、各状態に適合したフィルタ処理を実現できる。

【符号の説明】

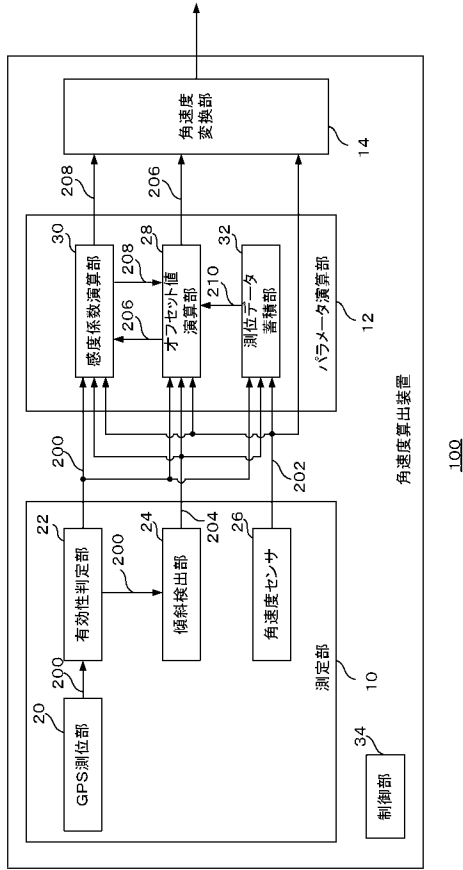
【0078】

10 測定部、 12 パラメータ演算部、 14 角速度変換部、 20 GPS 測位部、 22 有効性判定部、 24 傾斜検出部、 26 角速度センサ、 28 オフセット値演算部、 30 感度係数演算部、 32 測位データ蓄積部、 34 制御部、 40 状態推定部、 42 状態別オフセット値導出部、 44 オフセット値フィルタ処理部、 50 停止推定部、 52 直進走行推定部、 54 非直進走行推定部、 56 停止時オフセット値導出部、 58 直進走行時オフセット値導出部、 60 非直進走行時オフセット値導出部、 70 i 乗算部、 72 加算部、 74 1 - i 乗算部、 76 忘却係数設定部、 78 忘却係数制御部、 80 GPS 方位変化演算部、 82 自立航法方位変化演算部、 84 差分演算部、 86 差分絶対値演算部、 88 忘却係数演算部、 90 感度係数導出部、 92 感度係数フィルタ部、 94 忘却係数制御部、 100 角速度算出装置。

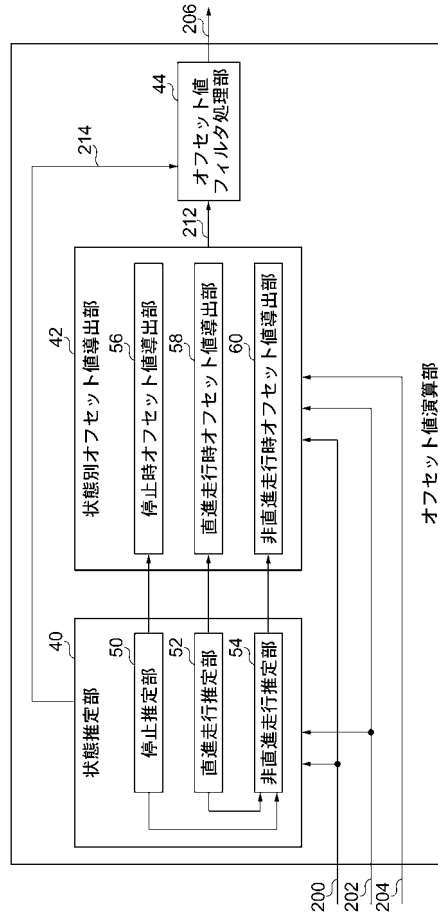
30

40

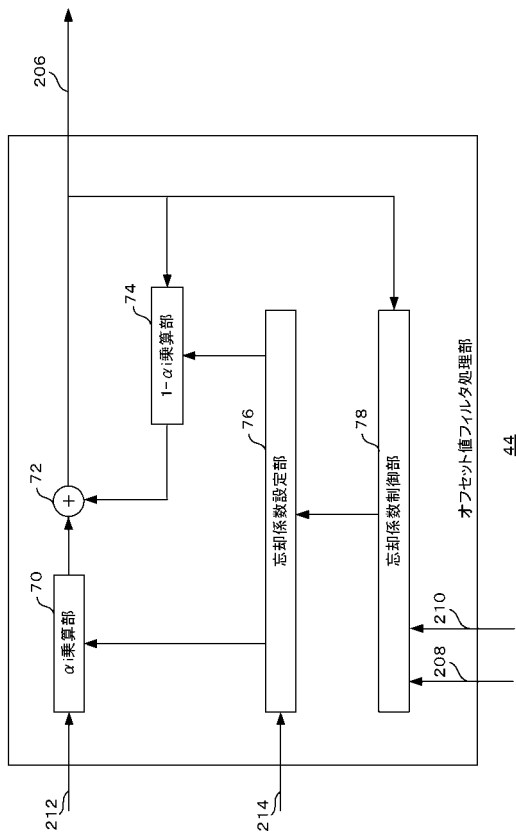
【図1】



【図2】



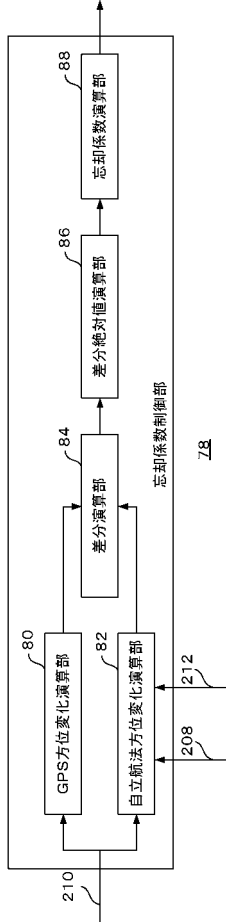
【図3】



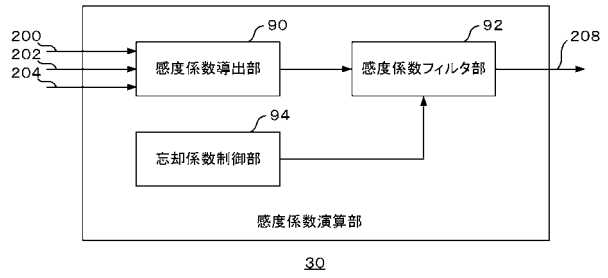
【図4】

走行状態	忘却係数
停止状態	$\alpha 1$
直進走行状態	$\alpha 1$
非直進走行状態	$\alpha 2 (\alpha 2 < \alpha 1)$

【図5】



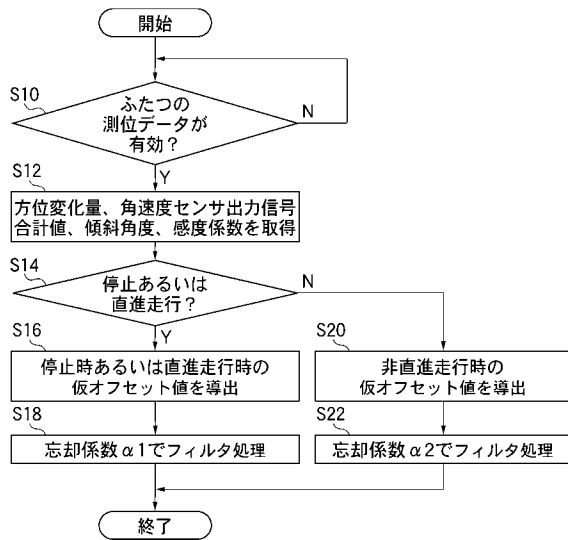
【図6】



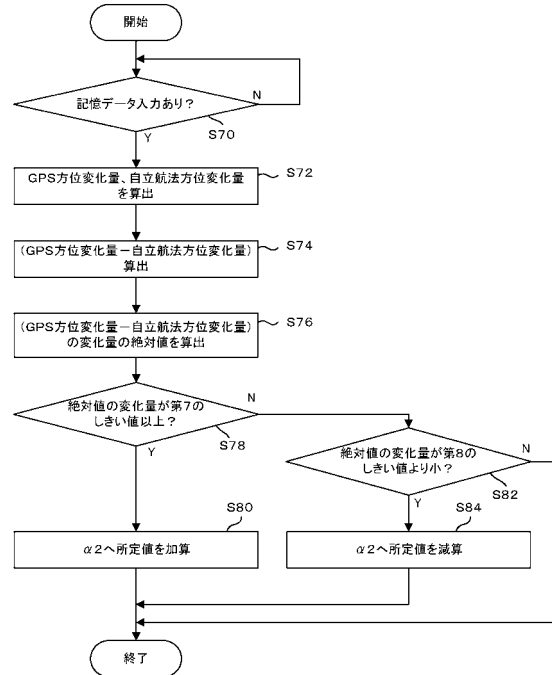
【図7】

条件	忘却係数
オフセット値206の忘却係数が α 以上	$\alpha 10$
オフセット値206の忘却係数が α 未満	$\alpha 11 (\alpha 10 < \alpha 11)$

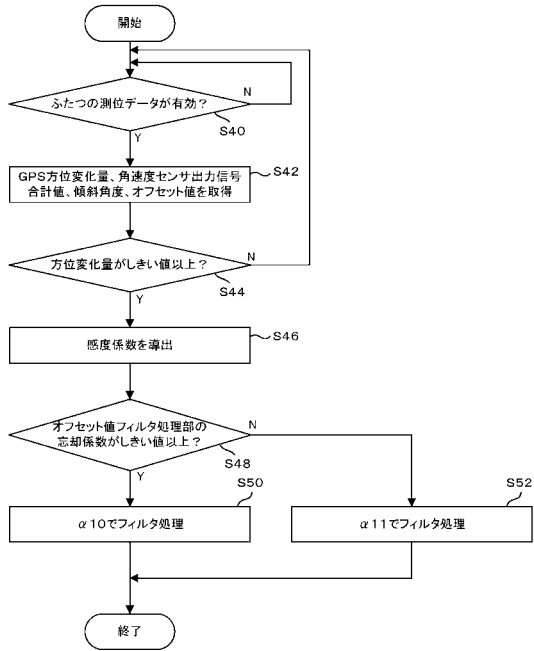
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-78567(JP,A)
特開2010-101810(JP,A)
特開2010-247303(JP,A)
特開平5-172575(JP,A)
特開平7-55480(JP,A)
特開2011-112500(JP,A)
特開平8-327377(JP,A)
特開平9-152338(JP,A)
特開2001-330454(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C	19/00	-	19/72
G01P	15/00	-	15/16
G01S	5/00	-	5/14
G01S	19/00	-	19/55