明　細　書

発明の名称 ：

車載器、サーバ、車両動作検出方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、車載器、サーバ、車両動作検出方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年では、有料道路の課金処理、安全運転評価等を行うため、車両に車載器を搭載することが増えている。このような車載器には、加速度センサ、ジャイロセンサ等のセンサが設けられており、車両の動作に応じた加速度、角速度等を検出可能である（例えば、特許文献１を参照）。車載器は、これらのセンサを用いて、自機が搭載された車両の動作（前後進、右左折等）を検出することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１６－１２８９８５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 車載器は、車両に対して必ずしも一定の姿勢（位置、角度）で取り付けられるとは限らない。例えば、取り付け後の車載器の前後方向及び左右方向は、車両の前後方向及び左右方向と一致していない場合がある。そうすると、車載器では、車両の実際の前後進、右左折の動作を正確に検出できない可能性がある。このため、車載器がどのような姿勢で車両に取り付けられていたとしても、車両の動作を精度よく検出することが求められている。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様によれば、車両に搭載される車載器は、加速度センサから

車載器座標系における３軸加速度の時系列を示す３軸加速度情報を取得するセンサ情報取得部と、前記３軸加速度情報から、前記車載器座標系における３軸加速度の分布の偏りを特定する特定部と、前記偏りに応じて、前記車載器座標系と車両座標系とのずれを特定する姿勢検出部と、前記３軸加速度を、前記ずれを用いて前記車両座標系に変換して出力する変換部と、備える。

[0006] 本開示の一態様によれば、サーバは、車両に搭載される車載器が加速度センサを通じて検出した車載器座標系における３軸加速度の時系列を示す３軸加速度情報を取得するセンサ情報取得部と、前記３軸加速度情報から、前記車載器座標系における３軸加速度の分布の偏りを特定する特定部と、前記偏りに応じて、前記車載器座標系と車両座標系とのずれを特定する姿勢検出部と、前記３軸加速度を、前記ずれを用いて前記車両座標系に変換して出力する変換部と、を備える。

[0007] 本開示の一態様によれば、車両動作検出方法は、加速度センサから車載器座標系における３軸加速度の時系列を示す３軸加速度情報を取得するステップと、前記３軸加速度情報から、前記車載器座標系における３軸加速度の分布の偏りを特定するステップと、前記偏りに応じて、前記車載器座標系と車両座標系とのずれを特定するステップと、前記３軸加速度を、前記ずれを用いて前記車両座標系に変換して出力するステップと、を有する。

[0008] 本開示の一態様によれば、プログラムは、加速度センサから車載器座標系における３軸加速度の時系列を示す３軸加速度情報を取得するステップと、前記３軸加速度情報から、前記車載器座標系における３軸加速度の分布の偏りを特定するステップと、前記偏りに応じて、前記車載器座標系と車両座標系とのずれを特定するステップと、前記３軸加速度を、前記ずれを用いて前記車両座標系に変換して出力するステップと、を車両に搭載される車載器のコンピュータに実行させる。

発明の効果

[0009] 上述の少なくとも一の態様によれば、車載器がどのような姿勢で車両に取り付けられていたとしても、車両の動作を精度よく検出することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本開示の第１の実施形態に係る車両動作検出システムの全体構成を示す図である。

[図2]本開示の第１の実施形態に係る車両動作検出システムの機能構成を示す図である。

[図3]本開示の第１の実施形態に係る車載器の処理の一例を示すフローチャートである。

[図4]本開示の第１の実施形態に係る３軸加速度の分布の一例を示す第１の図である。

[図5]本開示の第１の実施形態に係る３軸加速度の分布の一例を示す第２の図である。

[図6]本開示の第２の実施形態に係る車両動作検出システムの機能構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] ＜第１の実施形態＞

以下、本開示の第１の実施形態に係る車両動作検出システム１について、図１～図５を参照しながら説明する。

[0012] （車両動作検出システムの全体構成）

図１は、本開示の第１の実施形態に係る車両動作検出システムの全体構成を示す図である。

図１に示すように、車両動作検出システム１は、車載器２と、サーバ３とを備えている。

[0013] 車載器２は、複数の車両それぞれに搭載される。なお、本実施形態に係る車両は、例えば四輪自動車である。車載器２は、内蔵されたセンサ（詳細は後述）から、車両の動作（走行位置、前後進、右左折等）を検出可能なセンサ値を取得する。なお、車載器２は、車内のどのような位置に取り付けられていてもよく、例えば、車載器２は、図１に示すように車両のダッシュボード上に取り付けられてもよい。このとき、車載器２が検出する前後、左右、

上下の方向を示す車載器座標系（図１のＸＹＺで示される座標）は、車両の前後、左右、上下の方向を示す車両座標系（図１のＸ´Ｙ´Ｚ´で示される座標）と一致していない場合がある。このため、本実施形態に係る車載器２は、自機の取り付け姿勢（車載器座標系が車両座標系に対してどのくらいずれているか）を自動的に検出して、取得したセンサ値を車両座標系に変換する機能を有している。

[0014] サーバ３は、車載器２と通信可能に接続され、車載器２が搭載された車両の動作を検出可能な情報（車両動作情報）を収集する。また、サーバ３は、収集した車両動作情報に基づいて、車両に対し有料道路の通行料金を課金する処理、車両が安全運転を行っているか否かを判定する処理等を実行する。

[0015]（車両動作検出システムのハードウェア構成）

図２は、本開示の第１の実施形態に係る車両動作検出システムの機能構成を示す図である。

図２に示すように、車両動作検出システム１の車載器２は、ＣＰＵ２０と、加速度センサ２１と、角速度センサ２２と、ＧＮＳＳ受信機２３と、記憶媒体２４とを備えている。

[0016] ＣＰＵ２０は、車載器２の動作全体を司るプロセッサである。ＣＰＵ２０の機能の詳細については後述する。

[0017] 加速度センサ２１は、車載器２を搭載した車両、又は車載器２自身の移動に伴う加速度を検出するセンサである。

[0018] 角速度センサ２２は、車載器２を搭載した車両、又は車載器２自身の移動に伴う角速度及び各加速度を検出するセンサ（ジャイロセンサ）である。

[0019] ＧＮＳＳ受信機２３は、ＧＮＳＳ（全地球航行衛星システム：Global Navigation Satellite System）を構成する衛星から受信した信号（衛星信号）に基づいて、車載器２の位置（緯度及び経度）、移動速度等を検出する。

[0020] 記憶媒体２４は、いわゆる補助記憶装置であって、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）、ＳＳＤ（Solid State Drive）などである。記憶媒体２４には、加速度センサ２１、角速度センサ２２、及びＧＮＳＳ受信機２３それぞれが検出し

たセンサ値、ＣＰＵ２０により検出された車載器２の取り付け姿勢に関する情報等が記憶、蓄積されていく。

[0021] また、図２に示すように、サーバ３は、ＣＰＵ３０と、記憶媒体３１とを備えている。

[0022] ＣＰＵ３０は、サーバ３の動作全体を司るプロセッサである。なお、ＣＰＵ３０の機能の詳細については後述する。

[0023] 記憶媒体３１は、いわゆる補助記憶装置であって、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）、ＳＳＤ（Solid State Drive）などである。記憶媒体３１には、車載器２から取得した車両の動作を検出可能な情報（車両動作情報）等が記憶、蓄積されていく。

[0024]（車載器の機能構成）

次に、車載器２の機能について説明する。車載器２のＣＰＵ２０は、所定のプログラムに従って動作することにより、センサ情報取得部２０１、特定部２０２、姿勢検出部２０３、変換部２０４、動作検出部２０５としての機能を発揮する。

[0025] センサ情報取得部２０１は、加速度センサ２１から車載器座標系における３軸加速度の時系列を示す３軸加速度情報を取得する。また、センサ情報取得部２０１は、角速度センサ２２から車載器座標系における角速度の時系列を示す角速度情報を取得する。更に、センサ情報取得部２０１は、ＧＮＳＳ受信機２３から車載器２（車両）の位置情報の時系列を示す移動軌跡情報を取得する。

[0026] 特定部２０２は、センサ情報取得部２０１が取得した３軸加速度情報から、車載器座標系における３軸加速度の分布の偏りを特定する。

[0027] 姿勢検出部２０３は、特定部２０２が特定した３軸加速度の分布の偏りに応じて、車載器座標系（図１のＸＹＺ座標）と車両座標系（図１のＸ´Ｙ´Ｚ´座標）とのずれ（車両に対する車載器２の取り付け姿勢のずれ）を特定する。

[0028] 変換部２０４は、取得した３軸加速度を、姿勢検出部２０３により特定さ

れたずれを用いて車両座標系に変換して出力する。

[0029] 動作検出部２０５は、角速度センサ２２及びＧＮＳＳ受信機２３から取得したセンサ情報と、変換部２０４が車両座標系に変換した３軸加速度とに基づいて、車両の動作を検出する。車両の動作とは、停車、前後進、右左折等の車両の挙動、車両の道路上の走行位置、移動速度等である。動作検出部２０５は、検出した車両の動作に基づく処理を更に実行してもよい。例えば、動作検出部２０５は、車両の急ブレーキ、急発進等の危険な挙動を検出して、運転者に安全運転を促すメッセージを出力してもよい。

[0030] また、動作検出部２０５は、検出した車両の動作を含む車両動作情報をサーバ３へ送信する。なお、動作検出部２０５は、角速度センサ２２及びＧＮＳＳ受信機２３から取得したセンサ情報と、変換部２０４が車両座標系に変換した３軸加速度とを含む車両動作情報をサーバ３へ送信してもよい。

[0031]（サーバの機能構成）

次に、サーバ３の機能について説明する。ＣＰＵ３０は、所定のプログラムに従って動作することにより、サーバ側処理部３０１としての機能を発揮する。

[0032] サーバ側処理部３０１は、車載器２から取得した車両動作情報に基づく各種処理を実行する。例えば、サーバ側処理部３０１は、車両動作情報に基づいて、車両の安全運転評価（急ブレーキ、急発進、急カーブ、適切な加減速等の有無による評価）を行う。また、サーバ側処理部３０１は、車両動作情報に基づいて車両の走行経路を特定し、車両が有料道路を走行した場合は通行料金を課金する処理を行ってもよい。

[0033]（車載器の処理フロー）

図３は、本開示の第１の実施形態に係る車載器の処理の一例を示すフローチャートである。

以下、図３を参照しながら、車載器２の処理について詳細に説明する。

[0034] まず、図３に示すように、センサ情報取得部２０１はセンサ情報を取得する（ステップＳ１０１）。本実施形態では、センサ情報取得部２０１は、加

速度センサ２１、角速度センサ２２、及びＧＮＳＳ受信機２３それぞれから、３軸加速度の時系列を示す３軸加速度情報（３軸加速度及び検出日時）、角速度の時系列を示す角速度情報（角速度及び検出日時）、及び位置情報の時系列を示す移動軌跡情報（位置情報、移動速度、及び検出日時）を取得する。センサ情報取得部２０１は、取得したセンサ情報を記憶媒体２４に記憶して蓄積する。なお、センサ情報取得部２０１は、記憶媒体２４に蓄積されたセンサ情報が所定のサンプル数を超えた場合、最も古いセンサ情報を削除して、新たに取得したセンサ情報を記憶する。

[0035] 次に、特定部２０２は、所定のサンプル数以上のセンサ情報を収集したか判断する（ステップＳ１０２）。なお、特定部２０２は、所定のサンプル数に代えて、初期状態（車載器２の初回起動時、又はセンサ情報の初期化時）からのサンプリング期間を経過したか否かを判断するようにしてもよい。

[0036] 特定部２０２は、所定のサンプル数以上のセンサ情報を収集していない場合（ステップＳ１０２：ＮＯ）、ステップＳ１０１に戻る。一方、特定部２０２は、所定のサンプル数以上のセンサ情報を収集済みである場合（ステップＳ１０３：ＹＥＳ）、３軸加速度情報から、車載器座標系（図１のＸＹＺ座標）における３軸加速度の分布の偏りを特定する（ステップＳ１０３）。

[0037] 図４は、本開示の第１の実施形態に係る３軸加速度の分布の一例を示す第１の図である。

図４には、記憶媒体２４に蓄積された３軸加速度情報を車載器座標系（ＸＹＺ座標）にプロットした例が示されている。車両は、直進（前後進）しているときは車両座標系のＸ´軸（前後方向）に沿って３軸加速度が分布し、ヨーイング（右左折等の転回時の車両座標系のＺ´軸回りの回転）時は車両座標系のＹ´軸（左右方向）に沿って３軸加速度が分布する傾向がある。なお、車両は道路平面上を走行するものであるため、ローリング（車両座標系のＸ´軸回りの回転）及びピッチング（車両座標系のＹ´軸回りの回転）は、３軸加速度の分布の偏りには大きく影響しない。つまり、車両の走行時における加速度は、車両座標系のＸ´軸及びＹ´軸に沿って２方向に分布する

ように偏りが生じる傾向がある。このため、図４に示すように３軸加速度を車載器座標系にプロットすると、車載器座標系のＸ軸及びＹ軸とは異なる方向に３軸加速度の分布の偏りが現れる。このような傾向を踏まえ、特定部２０２は、車両座標系の各軸を検出するための情報として、車載器座標系の３軸加速度の分布の偏りを特定する。

[0038] まず、特定部２０２は、車両座標系のＺ´軸を検出する。車載器座標系のＺ軸（上下方向）と、車両座標系のＺ´軸とのずれは、重力加速度から検出可能である。例えば、特定部２０２は、車両の静止時（移動軌跡情報に含まれる移動速度がゼロのとき）における３軸加速度（重力加速度）から、車両座標系のＺ´軸を検出する。

[0039] 次に、特定部２０２は、図４の３軸加速度の分布をＺ´軸からみた平面（ＸＹ平面）上に投影して、車載器座標系のＸＹ平面上における加速度の分布を得る。特定部２０２は、このＸＹ平面上における加速度の分布の偏りを特定する。

[0040] 図５は、本開示の第１の実施形態に係る３軸加速度の分布の一例を示す第２の図である。

例えば、特定部２０２は、図５に示すように、３軸加速度情報を主成分分析して得た第１主成分及び第２主成分を、加速度の分布の偏りとして特定してもよい。第１主成分及び第２主成分のベクトルは、加速度のばらつきが大きくなる方向、即ち、車両座標系のＸ´軸及びＹ´軸と関連付けることができる。

[0041] また、このとき、特定部２０２は、３軸加速度情報のうち、新しいデータほど重み付けを大きくして、主成分分析をしてもよい。これにより、例えば、車両の振動、運転者の操作等による車載器２の取り付け姿勢（ＸＹＺ軸）が多少変更されたとしても、加速度の分布の偏りの方向も姿勢の変更に追従するようになる。

[0042] 次に、姿勢検出部２０３は、特定部２０２が特定した３軸加速度の分布の偏りに応じて、車載器座標系と車両座標系とのずれを特定する（ステップＳ

１０４）。具体的には、姿勢検出部２０３は、角速度情報と、３軸加速度の分布の偏りとの相関に基づいて車両座標系のＹ´軸を検出して、車載器座標系のＹ軸とのずれを特定する。

[0043] 車両が右左折等を行う転回時は、角速度が大きくなるとともに、３軸加速度は車両座標系のＹ´軸（左右方向）に沿って分布する。姿勢検出部２０３は、この角速度と３軸加速度の分布の偏りとの相関性から、角速度が所定の基準値よりも大きいときに計測された３軸加速度の分布の偏りの方向が、車両座標系のＹ´軸であると検出する。

[0044] 例えば、ステップＳ１０３において主成分分析により３軸加速度の偏りの方向を示す第１主成分及び第２主成分を特定した場合、第１主成分及び第２主成分のベクトルそれぞれが車両座標系のＸ´軸及びＹ´軸のどちらと関連付けられるかは、３軸加速度情報のみから判断することが難しい。このため、姿勢検出部２０３は、角速度との相関に基づいて、第１主成分及び第２主成分のベクトルのどちらが車両座標系のＹ´軸であるかを検出する。図５の例では、姿勢検出部２０３は、第２主成分の方向を車両座標系のＹ´軸として検出したとする。そうすると、姿勢検出部２０３は、残りの第１主成分の方向を車両座標系のＸ´軸として検出する。

[0045] 姿勢検出部２０３は、車両座標系のＸ´軸及びＹ´軸を検出すると、車載器座標系のＸ軸及びＹ軸それぞれとのずれを特定する。図５の例では、姿勢検出部２０３は、車載器座標系における第１主成分のベクトルと、検出した車両座標系のＸ´軸とのなす角度を、Ｘ軸のずれとして特定する。また、姿勢検出部は、車載器座標系における第２主成分のベクトルと、検出した車両座標系のＹ´軸とのなす角度を、Ｙ軸のずれとして特定する。また、姿勢検出部２０３は、車載器座標系のＺ軸と、特定部２０２が検出した車両座標系のＺ´軸とのずれについても同様に特定する。姿勢検出部２０３は、このように特定した車載器座標系のずれに基づいて、車載器２の取り付け姿勢を検出することができる。また、姿勢検出部２０３が検出した各軸のずれは、記憶媒体２４に記憶して蓄積される。

[0046] 次に、姿勢検出部２０３は、車載器２の取り付け姿勢が確定済みであるか否かを判断する（ステップＳ１０５）。例えば、記憶媒体２４には、取り付け姿勢が確定済みであるか否かを示す姿勢確定情報が記憶されている。初期状態では、姿勢確定情報は「未確定」である。姿勢確定情報が「未確定」である場合（ステップＳ１０５：ＮＯ）、姿勢検出部２０３は、姿勢確定情報を「確定」に書き換えて上書きする（ステップＳ１０６）。

[0047] また、姿勢検出部２０３は、姿勢確定情報が「確定」であった場合（ステップＳ１０５：ＹＥＳ）、取り付け姿勢が前回から変化していないか判断する（ステップＳ１０７）。

[0048] 例えば、姿勢検出部２０３は、前回特定した車載器座標系および車両座標系の対応する各軸間のずれと、ステップＳ１０４で新たに特定した車載器座標系および車両座標系の対応する各軸間のずれとの誤差が所定量以上である場合、車載器２の取り付け姿勢が変化したと判断する（ステップＳ１０７：ＮＯ）。なお、姿勢検出部２０３は、記憶媒体２４に記憶されている過去のずれの移動平均と、ステップＳ１０４で特定したずれとの誤差に基づいて判断してもよい。更に、姿勢検出部２０３は、ステップＳ１０１で取得した３軸加速度又は角速度が所定の閾値を超えた場合、取り付け姿勢が変化したと判断してもよい（ステップＳ１０７：ＮＯ）。閾値は、例えば車両が道路上を走行したときに出し得る加速度又は角速度（車両の動作限界）を超えたことを検出できるように、適切な値が設定される。

[0049] 姿勢検出部２０３は、取り付け姿勢が変化したと判断した場合（ステップＳ１０７：ＮＯ）、姿勢が変更されたことを示す表示又は音声を車載器２から出力させて、運転者に通知する（ステップＳ１０８）。また、姿勢検出部２０３は、車載器２の取り付け姿勢が変更されたことをサーバ３に通知してもよい。これにより、サーバ３は、車載器２の移動、取り外し等が行われたことを検出することができる。更に、姿勢検出部２０３は、記憶媒体２４に蓄積されたセンサ情報を消去（初期化）するとともに、姿勢確定情報を「未確定」に書き換えて上書きして（ステップＳ１０９）、ステップＳ１０１に

戻る。そうすると、車載器２は、変換部２０４による車両座標系への変換及び出力の処理（後述のステップＳ１１０の処理）を停止するとともに、センサ情報取得部２０１、特定部２０２、姿勢検出部２０３において新たな姿勢におけるセンサ情報を収集し直して、取り付け姿勢の再検出に係る一連の処理（ステップＳ１０１～Ｓ１０６の処理）を行う。

[0050] また、姿勢検出部２０３が新たな取り付け姿勢を検出して確定した場合（ステップＳ１０６）、又は、取り付け姿勢が変化していないと判断した場合（ステップＳ１０７：ＹＥＳ）、変換部２０４は、前回特定した車載器座標系と車両座標系とのずれを用いて、ステップＳ１０１で取得した３軸加速度を車両座標系に変換して出力する（ステップＳ１１０）。

[0051] なお、姿勢検出部２０３は、新たな取り付け姿勢を検出して確定したときに（ステップＳ１０６）、ステップＳ１０４で特定した車載器座標系と車両座標系とのずれに基づいて、車載器座標系から車両座標系への座標変換式を作成し、これを座標系のずれの情報として変換部２０４に出力してもよい。そうすると、変換部２０４は、姿勢検出部２０３が作成した座標変換式を用いて、ステップＳ１０１で取得した３軸加速度を車両座標系に変換して出力する（ステップＳ１１０）。

[0052] 一方、取り付け姿勢が変化していない場合（ステップＳ１０７：ＹＥＳ）は、姿勢検出部２０３は座標変換式を更新しない。このため、変換部２０４は、過去（ステップＳ１０６）において姿勢検出部２０３が作成した座標変換式を用いて、ステップＳ１０１で取得した３軸加速度を車両座標系に変換して出力する（ステップＳ１１０）。

[0053] 動作検出部２０５は、車両座標系に変換された３軸加速度に基づく各種処理（センサ情報処理）を実行する（ステップＳ１１１）。例えば、動作検出部２０５は、車両座標系に変換された３軸加速度に基づいて、車両の急ブレーキ、急発進等の挙動を検出し、運転者に警告又は安全運転を促すメッセージを出力する。更に、動作検出部２０５は、ＧＮＳＳ受信機２３から取得した車両の移動軌跡と、車両座標系に変換された３軸加速度及び角速度とが一

致するか否かを判断し、一致しない場合はＧＮＳＳ受信機２３に異常（故障、不正な信号の受信等）が発生したことを運転者及びサーバ３へ通知してもよい。車載器２は、一連の処理を実行後、ステップＳ１０１に戻り、上述の処理を繰り返し実行する。

[0054] また、動作検出部２０５は、角速度センサ２２及びＧＮＳＳ受信機２３から取得したセンサ情報（車両の角速度、位置情報、移動速度等）と、変換部２０４が車両座標系に変換した３軸加速度とを含む車両動作情報をサーバ３へ送信してもよい。そうすると、サーバ３のサーバ側処理部３０１は、車載器２から取得した車両動作情報に基づいて、車両の安全運転評価、通行料金の課金処理等を行う。

[0055]（作用効果）

以上のように、本実施形態に係る車両動作検出システム１において、車載器２は、車載器座標系における３軸加速度の分布の偏りから、車載器座標系と車両座標系とのずれを特定し、３軸加速度を車両座標系に変換して出力する。このようにすることで、車載器２は、自身の取り付け姿勢を自動的に検出して、加速度センサ２１から取得した３軸加速度を精度よく車両座標系に変換して出力することができる。これにより、車載器２は、自機がどのような姿勢で車両に取り付けられていたとしても、車両の動作を精度よく検出することができる。

[0056] また、車載器２は、３軸加速度情報を主成分分析して得られた第１主成分及び第２主成分のベクトルを、車両座標系の二つの座標軸（Ｘ´軸及びＹ´軸）に関連付けて、車載器座標系とのずれを特定する。このようにすることで、車載器２は、３軸加速度の分布の偏りを精度よく特定できるので、車載器２の取り付け姿勢（車載器座標系と車両座標系とのずれ）をより正確に検出することができる。

[0057] また、車載器２は、３軸加速度の分布の偏りと、角速度情報との相関に基づいて、車載器座標系の左右方向の座標軸（Ｙ軸）と、車両座標系の左右方向の座標軸（Ｙ´軸）とのずれを特定する。このようにすることで、車載器

２は、車両座標系のＹ´軸を精度よく検出することができるので、車載器２の取り付け姿勢（車載器座標系と車両座標系とのずれ）をより正確に検出することができる。

[0058] また、車載器２は、過去に特定された車載器座標系のずれと、新たに特定されたずれとの誤差が所定量未満である場合、過去に特定された車載器座標系のずれを用いて３軸加速度を車両座標系に変換して出力する。また、車載器２は、誤差が所定量以上である場合、車載器２の取り付け姿勢が変化したと判断して、取得したセンサ情報及び姿勢確定情報を初期化する。このようにすることで、車載器２は、取り付け姿勢の変化を自動的に検出して、誤った取り付け姿勢に基づいて３軸加速度を変換、出力してしまうことを抑制できる。

[0059] また、車載器２は、３軸加速度情報又は角速度情報から車両の動作限界を超える動きを検出した場合、３軸加速度の変換及び出力を停止する。このようにすることで、車載器２は、車両の動作ではありえない加速度又は角速度を検出した場合に、車載器２の移動や取り外し等に伴う取り付け姿勢の変化を自動的に検出して、誤った取り付け姿勢に基づいて３軸加速度を変換、出力してしまうことを抑制できる。

[0060] ＜第２の実施形態＞

次に、本開示の第２の実施形態に係る車両動作検出システム１について、図６を参照しながら説明する。第１の実施形態と共通の構成要素には同一の符号を付して詳細説明を省略する。

[0061] 第１の実施形態では、車載器２が自身の取り付け姿勢（車載器座標系と車両座標系とのずれ）を検出し、加速度センサ２１から取得した３軸加速度を車両座標系に変換、出力する態様について説明したが、これに限られることはない。他の態様の例として、第２の実施形態では、サーバ３が車載器２から取得したセンサ情報に基づいて、車載器２の取り付け姿勢を検出し、車載器２から取得した車載器座標系における３軸加速度を、車両座標系における３軸加速度に変換する態様について説明する。

[0062]（車載器の機能構成）

図６は、本開示の第２の実施形態に係る車両動作検出システムの機能構成を示す図である。

まず、図６を参照しながら本実施形態に係る車載器２の機能構成について説明する。図６に示すように、車載器２のＣＰＵ２０は、センサ情報送信部２０６としての機能を発揮する。

[0063] センサ情報送信部２０６は、加速度センサ２１、角速度センサ２２、ＧＮＳＳ受信機２３それぞれから、３軸加速度情報（車載器座標系における３軸加速度及び検出日時）、角速度情報（角速度及び検出日時）、及び移動軌跡情報（位置情報、移動速度、及び検出日時）を逐次取得して、サーバ３に送信する。

[0064]（サーバの機能構成）

次に、本実施形態に係るサーバ３の機能構成について説明する。図６に示すように、サーバ３のＣＰＵ３０は、サーバ側処理部３０１に加えて、センサ情報取得部３０２、特定部３０３、姿勢検出部３０４としての機能を発揮する。

[0065] センサ情報取得部３０２は、第１の実施形態の車載器２のセンサ情報取得部２０１の機能と同様の機能を有している。センサ情報取得部３０２は、複数の車両それぞれに取り付けられた車載器２から、センサ情報（３軸加速度情報、角速度情報、及び移動軌跡情報）を取得する。複数の車載器２それぞれから取得したセンサ情報は、記憶媒体３１に車載器別に記憶して蓄積される。具体的には、センサ情報取得部３０２は、第１の実施形態に係る車載器２のセンサ情報取得部２０１と同様に、図３のステップＳ１０１の処理を実行する。

[0066] 特定部３０３は、第１の実施形態の車載器２の特定部２０２と同様の機能を有している。特定部３０３は、センサ情報取得部３０２が取得した３軸加速度情報から、複数の車載器２それぞれの車載器座標系における３軸加速度の分布の偏りを特定する。具体的には、特定部３０３は、第１の実施形態に

係る車載器２の特定部２０２と同様に、図３のステップＳ１０２～Ｓ１０３の処理を実行する。

[0067] 姿勢検出部３０４は、第１の実施形態の車載器２の姿勢検出部２０３と同様の機能を有している。姿勢検出部３０４は、複数の車載器２それぞれについて、特定部３０３が特定した３軸加速度の分布の偏りに応じて、車載器座標系（図１のＸＹＺ座標）と車両座標系（図１のＸ´Ｙ´Ｚ´座標）とのずれを特定する。姿勢検出部３０４が特定したずれは、記憶媒体３１に車載器別に記憶して蓄積される。具体的には、姿勢検出部３０４は、第１の実施形態に係る車載器２の姿勢検出部２０３と同様に、図３のステップＳ１０４～Ｓ１０９の処理を実行する。

[0068] 変換部３０５は、第１の実施形態の車載器２の変換部２０４と同様の機能を有している。変換部３０５は、複数の車載器２それぞれから取得した３軸加速度を、姿勢検出部２０３により特定された車載器別のずれを用いて車両座標系に変換して出力する。具体的には、変換部３０５は、第１の実施形態に係る車載器２の変換部２０４と同様に、図３のステップＳ１１０の処理を実行する。

[0069] サーバ側処理部３０１は、センサ情報取得部３０２が取得した角速度情報及び移動軌跡情報と、変換部３０５が車両座標系に変換した３軸加速度とに基づいて、各車載器が搭載された車両の動作を検出する。当該処理は、第１の実施形態に係る車載器２の動作検出部２０５の処理（図３のステップＳ１１１）と同様である。また、サーバ側処理部３０１は、検出した車両の動作に基づいて、第１の実施形態と同様に、各車両に対する安全運転評価、課金処理等を行う。また、サーバ側処理部３０１は、移動軌跡情報から特定される車両の移動軌跡と、車両座標系に変換された３軸加速度及び角速度とが一致するか否かを判断し、一致しない場合は車載器２のＧＮＳＳ受信機２３に異常が発生したことを当該車載器２に通知してもよい。

[0070]（作用効果）

以上のように、本実施形態に係る車両動作検出システム１において、サー

バ３は、複数の車載器２それぞれについて、車載器座標系における３軸加速度の分布の偏りから、車載器座標系と車両座標系とのずれを特定し、３軸加速度を車載器２が搭載された車両の車両座標系に変換して出力する。このようにすることで、サーバ３は、複数の車載器２それぞれがどのような姿勢で取り付けられていたとしても、各車載器２が取り付けられた車両の車両座標系における３軸加速度に変換して、車両の動作を精度よく検出することができる。

[0071] 以上、本開示の実施形態について詳細に説明したが、本発明の技術的思想を逸脱しない限り、これらに限定されることはなく、多少の設計変更等も可能である。

[0072] 例えば、上述の第１の実施形態において、車載器２の姿勢検出部２０３が角速度との相関に基づいて車両座標系のＹ´軸を検出する態様について説明したが、これに限られることはない。他の実施形態では、姿勢検出部２０３は、移動軌跡情報との相関に基づいて車両座標系のＸ´軸及びＹ´軸を検出してもよい。この場合、姿勢検出部２０３は、車両が直進している（複数時刻における移動軌跡が直線状となっている）期間において３軸加速度の分布が偏っている方向を、車両座標系のＸ´軸として検出する。また、姿勢検出部２０３は、車両が転回している（複数時刻における移動軌跡が円弧状となっている）期間において３軸加速度の分布が偏っている方向を、車両座標系のＹ´軸として検出する。

[0073] また、上述の第１の実施形態において、車載器２の特定部２０２が記憶媒体２４に蓄積された全ての３軸加速度情報を用いて、３軸加速度の分布の偏りを特定する態様について説明したが、これに限られることはない。他の実施形態では、特定部２０２は、角速度情報又は移動軌跡情報に基づいて、車両の直進（前後進）時の３軸加速度情報と、車両の転回（右左折等）時の３軸加速度情報とに分類し、直進時の３軸加速度の分布の偏りと、転回時の３軸加速度の分布の偏りとの二つを特定するようにしてもよい。この場合、姿勢検出部２０３は、直進時の３軸加速度の分布の偏り（主成分分析を行った

際は、第１主成分）を、車両座標系のＸ´軸と関連付ける。同様に、姿勢検出部２０３は、転回時の３軸加速度の分布の偏り（主成分分析を行った際は、第１主成分）を、車両座標系のＹ´軸と関連付ける。

[0074] ＜付記＞

上述の各実施形態に記載の車載器、サーバ、車両動作検出方法、及びプログラムは、例えば以下のように把握される。

[0075] 本開示の第１の態様によれば、車両に搭載される車載器（２）は、加速度センサ（２１）から車載器座標系における３軸加速度の時系列を示す３軸加速度情報を取得するセンサ情報取得部（２０１）と、前記３軸加速度情報から、前記車載器座標系における３軸加速度の分布の偏りを特定する特定部（２０２）と、前記偏りに応じて、前記車載器座標系と車両座標系とのずれを特定する姿勢検出部（２０３）と、前記３軸加速度を、前記ずれを用いて前記車両座標系に変換して出力する変換部（２０４）と、備える。

[0076] このようにすることで、車載器は、自身の取り付け姿勢を自動的に検出して、加速度センサから取得した３軸加速度を精度よく車両座標系に変換して出力することができる。これにより、車載器は、自機が車両に対してどのような姿勢で取り付けられていたとしても、車両の動作を精度よく検出することができる。

[0077] 本開示の第２の態様によれば、第１の態様に係る車載器（２）において、前記特定部（２０２）は、前記３軸加速度情報を主成分分析して得られた第１主成分及び第２主成分を、前記偏りとして特定し、前記姿勢検出部（２０３）は、前記第１主成分のベクトル及び前記第２主成分のベクトルを前記車両座標系の二つの座標軸に関連付けて、前記車載器座標系とのずれを特定する。

[0078] このようにすることで、車載器は、３軸加速度の分布の偏りを精度よく特定できるので、車載器の取り付け姿勢（車載器座標系と車両座標系とのずれ）をより正確に検出することができる。

[0079] 本開示の第３の態様によれば、第１又は第２の態様に係る車載器（２）に

おいて、前記センサ情報取得部（２０１）は、角速度センサから角速度の時系列を示す角速度情報を更に取得し、前記姿勢検出部（２０３）は、前記偏りと、前記角速度情報との相関に基づいて、前記車載器座標系の左右方向の座標軸と、前記車両座標系の左右方向の座標軸とのずれを特定する。

[0080] このようにすることで、車載器は、車両座標系の左右方向の座標軸（Ｙ´軸）を精度よく検出することができるので、車載器の取り付け姿勢（車載器座標系と車両座標系とのずれ）をより正確に検出することができる。

[0081] 本開示の第４の態様によれば、第１から第３の何れか一の態様に係る車載器（２）において、前記変換部（２０４）は、過去に特定された前記ずれと、新たに特定された前記ずれとの誤差が所定量未満である場合、過去に特定された前記ずれを用いて前記３軸加速度を前記車両座標系に変換して出力する。

[0082] このようにすることで、車載器は、取り付け姿勢の変化を自動的に検出して、誤った取り付け姿勢に基づいて３軸加速度を変換、出力してしまうことを抑制できる。

[0083] 本開示の第５の態様によれば、第１から第４の何れか一の態様に係る車載器（２）において、前記変換部（２０４）は、前記３軸加速度情報から前記車両の動作限界を超える動きを検出した場合、前記３軸加速度の変換及び出力を停止する。

[0084] このようにすることで、車載器は、車両の動作ではありえない加速度又は角速度を検出した場合に、車載器の移動や取り外し等に伴う取り付け姿勢の変化を自動的に検出して、誤った取り付け姿勢に基づいて３軸加速度を変換、出力してしまうことを抑制できる。

[0085] 本開示の第６の態様によれば、サーバ（３）は、車両に搭載される車載器（２）が加速度センサ（２１）を通じて検出した車載器座標系における３軸加速度の時系列を示す３軸加速度情報を取得するセンサ情報取得部（３０２）と、前記３軸加速度情報から、前記車載器座標系における３軸加速度の分布の偏りを特定する特定部（３０３）と、前記偏りに応じて、前記車載器座

標系と車両座標系とのずれを特定する姿勢検出部（３０４）と、前記３軸加速度を、前記ずれを用いて前記車両座標系に変換して出力する変換部（３０５）と、を備える。

[0086] このようにすることで、サーバは、複数の車載器２それぞれがどのような姿勢で取り付けられていたとしても、各車載器が取り付けられた車両の車両座標系における３軸加速度に変換して、車両の動作を精度よく検出することができる。

[0087] 本開示の第７の態様によれば、車両動作検出方法は、加速度センサ（２１）から車載器座標系における３軸加速度の時系列を示す３軸加速度情報を取得するステップと、前記３軸加速度情報から、前記車載器座標系における３軸加速度の分布の偏りを特定するステップと、前記偏りに応じて、前記車載器座標系と車両座標系とのずれを特定するステップと、前記３軸加速度を、前記ずれを用いて前記車両座標系に変換して出力するステップと、を有する。

[0088] 本開示の第８の態様によれば、プログラムは、加速度センサ（２１）から車載器座標系における３軸加速度の時系列を示す３軸加速度情報を取得するステップと、前記３軸加速度情報から、前記車載器座標系における３軸加速度の分布の偏りを特定するステップと、前記偏りに応じて、前記車載器座標系と車両座標系とのずれを特定するステップと、前記３軸加速度を、前記ずれを用いて前記車両座標系に変換して出力するステップと、を車両に搭載される車載器（２）のコンピュータに実行させる。

産業上の利用可能性

[0089] 上述の少なくとも一の態様によれば、車載器がどのような姿勢で車両に取り付けられていたとしても、車両の動作を精度よく検出することができる。

符号の説明

[0090] １　車両動作検出システム

２　車載器

２０　ＣＰＵ

２０１　センサ情報取得部

２０２　特定部

２０３　姿勢検出部

２０４　変換部

２０５　動作検出部

２０６　センサ情報送信部

２１　加速度センサ

２２　角速度センサ

２３　ＧＮＳＳ受信機

２４　記憶媒体

３　サーバ

３０　ＣＰＵ

３０１　サーバ側処理部

３０２　センサ情報取得部

３０３　特定部

３０４　姿勢検出部

３０５　変換部

３１　記憶媒体

請求の範囲

[請求項1] 車両に搭載される車載器であって、

加速度センサから車載器座標系における３軸加速度の時系列を示す３軸加速度情報を取得するセンサ情報取得部と、

前記３軸加速度情報から、前記車載器座標系における３軸加速度の分布の偏りを特定する特定部と、

前記偏りに応じて、前記車載器座標系と車両座標系とのずれを特定する姿勢検出部と、

前記３軸加速度を、前記ずれを用いて前記車両座標系に変換して出力する変換部と、

を備える車載器。

[請求項2] 前記特定部は、前記３軸加速度情報を主成分分析して得られた第１主成分及び第２主成分を、前記偏りとして特定し、

前記姿勢検出部は、前記第１主成分のベクトル及び前記第２主成分のベクトルを前記車両座標系の二つの座標軸に関連付けて、前記車載器座標系とのずれを特定する、

請求項１に記載の車載器。

[請求項3] 前記センサ情報取得部は、角速度センサから角速度の時系列を示す角速度情報を更に取得し、

前記姿勢検出部は、前記偏りと、前記角速度情報との相関に基づいて、前記車載器座標系の左右方向の座標軸と、前記車両座標系の左右方向の座標軸とのずれを特定する、

請求項１又は２に記載の車載器。

[請求項4] 前記変換部は、過去に特定された前記ずれと、新たに特定された前記ずれとの誤差が所定量未満である場合、過去に特定された前記ずれを用いて前記３軸加速度を前記車両座標系に変換して出力する、

請求項１から３の何れか一項に記載の車載器。

[請求項5] 前記変換部は、前記３軸加速度情報から前記車両の動作限界を超え

る動きを検出した場合、前記３軸加速度の変換及び出力を停止する、

請求項１から４の何れか一項に記載の車載器。

[請求項6] 車両に搭載される車載器が加速度センサを通じて検出した車載器座標系における３軸加速度の時系列を示す３軸加速度情報を取得するセンサ情報取得部と、

前記３軸加速度情報から、前記車載器座標系における３軸加速度の分布の偏りを特定する特定部と、

前記偏りに応じて、前記車載器座標系と車両座標系とのずれを特定する姿勢検出部と、

前記３軸加速度を、前記ずれを用いて前記車両座標系に変換して出力する変換部と、

を備えるサーバ。

[請求項7] 加速度センサから車載器座標系における３軸加速度の時系列を示す３軸加速度情報を取得するステップと、

前記３軸加速度情報から、前記車載器座標系における３軸加速度の分布の偏りを特定するステップと、

前記偏りに応じて、前記車載器座標系と車両座標系とのずれを特定するステップと、

前記３軸加速度を、前記ずれを用いて前記車両座標系に変換して出力するステップと、

を有する車両動作検出方法。

[請求項8] 加速度センサから車載器座標系における３軸加速度の時系列を示す３軸加速度情報を取得するステップと、

前記３軸加速度情報から、前記車載器座標系における３軸加速度の分布の偏りを特定するステップと、

前記偏りに応じて、前記車載器座標系と車両座標系とのずれを特定するステップと、

前記３軸加速度を、前記ずれを用いて前記車両座標系に変換して出

力するステップと、

を車両に搭載される車載器のコンピュータに実行させるプログラム

。