

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6033418号
(P6033418)

(45) 発行日 平成28年11月30日 (2016.11.30)

(24) 登録日 平成28年11月4日 (2016.11.4)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 C 19/00 (2013.01)	GO 1 C 19/00 Z
HO 4 M 1/00 (2006.01)	HO 4 M 1/00 R

請求項の数 31 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2015-516903 (P2015-516903)	(73) 特許権者	000000033
(86) (22) 出願日	平成26年4月30日 (2014.4.30)		旭化成株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/002380		東京都千代田区神田神保町一丁目105番地
(87) 国際公開番号	W02014/185027	(74) 代理人	110000877
(87) 国際公開日	平成26年11月20日 (2014.11.20)		龍華国際特許業務法人
審査請求日	平成27年10月26日 (2015.10.26)	(72) 発明者	譽田 正宏
(31) 優先権主張番号	特願2013-103273 (P2013-103273)		東京都千代田区神田神保町一丁目105番地
(32) 優先日	平成25年5月15日 (2013.5.15)	(72) 発明者	舩田 剛志
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		東京都千代田区神田神保町一丁目105番地
		(72) 発明者	小林 士朗
			東京都千代田区神田神保町一丁目105番地

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オフセット推定装置、オフセット推定方法、およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

携帯機器に搭載される角速度センサの出力信号を取得する取得部と、
前記角速度センサの出力信号に含まれる第1の交流成分のレベルが巡回する期間における前記第1の交流成分に基づき、前記角速度センサのオフセットを推定するオフセット推定部と、

前記携帯機器の保持状態を判定する保持状態判定部と、

前記オフセット推定部が、前記保持状態判定部の判定結果に応じて前記角速度センサのオフセットを推定するか否かを制御する制御部と、

を備えるオフセット推定装置。

【請求項 2】

前記オフセット推定部は、前記第1の交流成分のレベルが巡回する期間における前記第1の交流成分のレベルに応じて、前記角速度センサのオフセットを推定する請求項1に記載のオフセット推定装置。

【請求項 3】

前記オフセット推定部は、

前記第1の交流成分のレベルが巡回する期間における前記第1の交流成分のレベル平均を演算し、前記オフセットを推定する請求項2に記載のオフセット推定装置。

【請求項 4】

前記オフセット推定部は、

10

20

前記第 1 の交流成分の第 1 のピークから第 2 のピークまでのレベル平均を演算する請求項 3 に記載のオフセット推定装置。

【請求項 5】

前記第 1 のピークおよび前記第 2 のピークは、それぞれ前記第 1 の交流成分の極大値または極小値である請求項 4 に記載のオフセット推定装置。

【請求項 6】

前記オフセット推定部は、前記第 1 の交流成分のレベルが巡回する期間における前記第 1 の交流成分を積分した第 2 の交流成分のレベルに応じて、前記角速度センサのオフセットを推定する請求項 1 に記載のオフセット推定装置。

【請求項 7】

前記角速度センサの出力信号から角度情報を算出する角度情報算出部を備え、
前記角度情報算出部は、前記第 1 の交流成分を積分して前記第 2 の交流成分を算出する請求項 6 に記載のオフセット推定装置。

【請求項 8】

前記オフセット推定部は、
前記第 2 の交流成分のレベルが巡回する期間における前記角度情報の変化量から、前記オフセットを推定する請求項 7 に記載のオフセット推定装置。

【請求項 9】

前記オフセット推定部は、
前記角度情報のうち、前記第 2 の交流成分が第 1 のピークを有する第 1 のレベルから前記第 2 の交流成分が第 2 のピークを有する第 2 のレベルまでの差分から、前記オフセットを推定する請求項 8 に記載のオフセット推定装置。

【請求項 10】

前記第 1 のピークおよび前記第 2 のピークは、それぞれ前記第 2 の交流成分の極大値または極小値である請求項 9 に記載のオフセット推定装置。

【請求項 11】

前記オフセット推定部は、
前記角度情報のうち、周期的な変化パターンを有する期間における角度情報の変化に応じて前記角速度センサのオフセットを推定する請求項 7 に記載のオフセット推定装置。

【請求項 12】

前記オフセット推定部は、前記周期的な変化パターンを有する期間内の相異なる時刻である第 1 の時刻と第 2 の時刻の角度情報に応じて前記角速度センサのオフセットを推定し、
前記第 1 の時刻の角度情報と前記第 2 の時刻の角度情報の位相は、前記周期的な変化パターンにおいて略同位相である請求項 11 に記載のオフセット推定装置。

【請求項 13】

前記周期的な変化パターンを有する期間における前記角度情報は、前記携帯機器のユーザーの歩行動作における前記角速度センサの出力信号から算出された角度情報である請求項 12 に記載のオフセット推定装置。

【請求項 14】

前記携帯機器のユーザーの歩行動作を検出する歩行動作検出部を備える請求項 12 または 13 に記載のオフセット推定装置。

【請求項 15】

前記オフセット推定部は、前記第 1 の時刻と前記第 2 の時刻を、前記歩行動作検出部の出力に応じて決定する請求項 14 に記載のオフセット推定装置。

【請求項 16】

前記オフセット推定部は、前記第 1 の時刻と前記第 2 の時刻の時間間隔を、前記ユーザーの歩数の時間間隔とする請求項 14 または 15 に記載のオフセット推定装置。

【請求項 17】

前記オフセット推定部は、前記ユーザーの歩数の時間間隔を、前記ユーザーの歩行動作

10

20

30

40

50

周期の略定数倍の時間間隔とする請求項 1 6 に記載のオフセット推定装置。

【請求項 1 8】

前記オフセット推定部は、前記第 1 の時刻と前記第 2 の時刻が、前記ユーザーの歩行動作が行われた期間内の時刻とする請求項 1 4 から 1 7 の何れか一項に記載のオフセット推定装置。

【請求項 1 9】

前記角度情報算出部は、前記角速度センサの出力信号を時間積算することで角度情報を算出する請求項 1 1 から 1 8 の何れか一項に記載のオフセット推定装置。

【請求項 2 0】

前記角速度センサは、前記携帯機器の複数の回転軸の角速度を検出し、

前記制御部は、前記保持状態判定部の判定結果に応じた前記角速度センサのオフセットを前記オフセット推定部に推定させる請求項 1 1 から 1 9 のいずれか一項に記載のオフセット推定装置。

【請求項 2 1】

前記オフセット推定部は、前記角速度センサの各回転軸のオフセットを推定し、

前記制御部は、前記保持状態判定部の判定結果に応じた回転軸を選択し、当該選択した回転軸のオフセット推定結果を前記オフセット推定部から出力させる請求項 1 1 から 2 0 のいずれか一項に記載のオフセット推定装置。

【請求項 2 2】

前記制御部は、前記保持状態判定部の判定結果に応じて前記携帯機器の保持状態の変化がない期間を検出し、当該期間における前記角速度センサの出力信号に基づき前記角速度センサのオフセットを前記オフセット推定部に推定させる請求項 1 1 から 2 1 の何れか一項に記載のオフセット推定装置。

【請求項 2 3】

前記携帯機器の保持状態の変化を検知する保持状態変化検知部を備え、

前記制御部は、前記保持状態変化検知部の検知結果に応じて、前記オフセット推定部が前記角速度センサのオフセットを推定するか否かを制御する請求項 1 1 から 2 1 の何れか一項に記載のオフセット推定装置。

【請求項 2 4】

前記制御部は、前記保持状態変化検知部の検知結果に応じて前記携帯機器の保持状態の変化がない期間を検出し、当該期間における前記角速度センサの出力信号に基づき前記角速度センサのオフセットを前記オフセット推定部に推定させる請求項 2 3 に記載のオフセット推定装置。

【請求項 2 5】

ユーザーの進行方向を判定する進行方向判定部を備え、

前記制御部は、前記進行方向判定部の判定結果に応じて、ユーザーの進行方向が直進方向である期間を検知し、当該期間における前記角速度センサの出力信号に基づき前記角速度センサのオフセットを前記オフセット推定部に推定させる請求項 1 1 から 2 4 の何れか一項に記載のオフセット推定装置。

【請求項 2 6】

前記制御部は、ユーザーの進行方向が直進方向ではない期間に前記角速度センサから出力された出力信号の一部または全部を用いずに、算出された角度情報に応じて前記角速度センサのオフセットを前記オフセット推定部に推定させる請求項 2 5 に記載のオフセット推定装置。

【請求項 2 7】

前記角度情報算出部は、前記角度情報から、前記周期的な変化パターンを検出するパターン検出部を有する請求項 1 1 から 2 6 の何れか一項に記載のオフセット推定装置。

【請求項 2 8】

前記第 1 の交流成分または前記第 2 の交流成分は、ユーザーの動きに同期する成分である請求項 6 から 2 7 のいずれか一項に記載のオフセット推定装置。

10

20

30

40

50

【請求項 29】

前記第1の交流成分または前記第2の交流成分は、ユーザーの歩行動作に同期する成分である請求項6から28のいずれか一項に記載のオフセット推定装置。

【請求項 30】

携帯機器に搭載される角速度センサの出力信号を取得することと、

前記角速度センサの出力信号に含まれる第1の交流成分のレベルが巡回する期間における前記第1の交流成分に基づき、前記角速度センサのオフセットを推定することと、

前記携帯機器の保持状態を判定することと、

前記携帯機器の保持状態の判定結果に応じて前記角速度センサのオフセットを推定するか否かを制御することと、

を備えるオフセット推定方法。

【請求項 31】

コンピュータを、請求項1から29のいずれか一項に記載のオフセット推定装置として機能させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、オフセット推定装置、オフセット推定方法、およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、回転系の変位量（角度）を把握する角度センサまたは変位速度（角速度）を把握する角速度センサは、回転系の回転が停止した状態でセンサのオフセットを測定し、測定したオフセットに応じたオフセット補正を実行していた（例えば、特許文献1および2参照）。

〔特許文献1〕 特開平9-152338号公報

〔特許文献2〕 特開2004-212382号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

例えば、角速度センサを搭載した携帯機器装置等において、上述のオフセット補正を実行する場合、当該携帯機器装置が静止してから角速度センサのオフセットを測定することになる。しかしながら、ユーザーが携帯機器装置を携帯した場合、当該携帯機器装置が静止するまでの待機時間が長くなってしまい、オフセット測定が長期化していた。また、角速度センサのオフセットが経時的に変化すると、オフセット測定が長期化することによって、定期的にオフセットを測定して補正することが困難になってしまい、角速度センサの測定精度が低下していた。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の第1の態様においては、携帯機器に搭載される角速度センサの出力信号を取得する取得部と、角速度センサの出力信号に含まれる第1の交流成分のレベルが巡回する期間における第1の交流成分に基づき、角速度センサのオフセットを推定するオフセット推定部と、を備えるオフセット推定装置、オフセット推定方法、およびプログラムを提供する。

【0005】

なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】 本実施形態に係る携帯機器10の一例を示す。

【図2】 本実施形態に係るオフセット推定装置100の構成例を示す。

10

20

30

40

50

【図3】本実施形態に係るオフセット推定装置100の動作フローを示す。

【図4】本実施形態に係る携帯機器10のセンサ110の出力信号の一例を示す。

【図5】本実施形態に係る携帯機器10の角速度センサ112の出力信号を時間積算した場合の例を示す。

【図6】本実施形態に係るオフセット推定装置100の第1の変形例を示す。

【図7】本実施形態に係るオフセット推定装置100の第2の変形例を示す。

【図8】本実施形態に係るオフセット推定装置100として機能するコンピュータ1900のハードウェア構成の一例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0007】

10

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0008】

図1は、本実施形態に係る携帯機器10の一例を示す。携帯機器10は、複数のセンサを搭載し、当該携帯機器10の動き、保持状態、および位置等を検出する。また、携帯機器10は、一例として、各センサのキャリブレーションまたは自己診断等を実行して、検出感度を向上させる。

【0009】

携帯機器10は、一例として、外部の装置およびインターネット等に接続するための通信機能、ならびにプログラムを実行するためのデータ処理機能等を備える。携帯機器10は、例えば、スマートフォン、携帯電話、タブレット型PC(Personal Computer)、携帯型GPS装置、または小型PC等である。携帯機器10は、表示部12を備える。

20

【0010】

表示部12は、例えば、インターネットのWEBページ、電子メール、地図、文書・音楽・動画・画像データ等を操作する画面を、ユーザーの指示に応じて表示する。また、表示部12は、例えば、ユーザーの指示が入力されるタッチパネルディスプレイであり、ユーザーからのタッチ入力によってブラウザ等のソフトウェアの操作画面にユーザーの指示が入力される。これに代えて、携帯機器10は、ジェスチャ入力でユーザーの指示が入力されてもよい。これに代えて、携帯機器10は、キーボード、マウス、および/またはジョイスティック等の入力デバイスによってユーザーの指示が入力されてもよい。

30

【0011】

ここで、本実施形態に係る携帯機器10において、表示部12の表示面と平行な面をxy平面とし、当該表示面に対して垂直方向をz軸とする例を説明する。また、本実施形態に係る携帯機器10において、表示部12が縦長の長方形の形状を有する例を説明する。そして、当該長方形の2組の向かい合う辺のうち、短い方の辺に沿う方向(横方向)をx軸とし、長い方の辺に沿う方向(縦方向)をy軸とする。

【0012】

即ち、ユーザーが携帯機器10を手で保持して表示部12を見た場合、水平方向はx軸と略平行となり、ユーザーが立つ鉛直方向はyz平面と略平行となる例を説明する。この場合、ユーザーが携帯機器10を電話として用い、耳に当てて通話する場合、ユーザーが向く進行方向とxy平面とは略平行となり、当該進行方向に対して垂直方向とz軸とが略平行となる。また、ユーザーが携帯機器10を右手に保持したまま歩行動作をしつつ腕を前後に降った場合、腕を振る方向とユーザーの進行方向は、xy平面と略平行となり、水平方向とz軸とが略平行となる。

40

【0013】

このような本実施形態の携帯機器10は、角速度センサを搭載し、当該角速度センサのオフセットを推定するオフセット推定装置を備える。本実施形態において、携帯機器10は、直交するx軸、y軸、およびz軸をそれぞれ回転軸方向とする3つの角速度センサを

50

備える例を説明する。オフセット推定装置は、ユーザーが携帯機器 10 を保持する状態に応じて、複数の角速度センサのオフセットをそれぞれ推定する。

【0014】

ここで、例えば、携帯機器 10 をユーザーが手に保持した状態、およびポケットに入れた状態等においては、ユーザーの体温によって角速度センサの周囲温度は変化する場合がある。また、携帯機器 10 において、動画再生等の CPU に負荷がかかる処理動作を実行させることによって、角速度センサの周囲温度は変化する場合がある。角速度センサは、このような温度等の環境の変化に応じて、オフセットの値が変化する場合がある。そこで、本実施形態のオフセット推定装置は、定期的または予め定められた時間等にオフセットを推定して、オフセットの経時的な変化による角速度センサの精度の低下を防止する。

10

【0015】

図 2 は、本実施形態に係るオフセット推定装置 100 の構成例を示す。オフセット推定装置 100 は、歩行しているユーザーが保持する携帯機器 10 に内蔵されたセンサの出力に基づき、当該携帯機器 10 に内蔵された角速度センサのオフセットを推定する。オフセット推定装置 100 は、センサ 110 からの信号を取得する取得部 120 と、保持状態判定部 130 と、歩行動作検出部 140 と、パターン記憶部 150 と、角度情報算出部 160 と、オフセット推定部 170 と、制御部 180 とを備える。

【0016】

センサ 110 は、携帯機器 10 に搭載される。センサ 110 は、角速度センサ 112 を含む。また、センサ 110 は、加速度センサおよび／または地磁気センサを含んでもよい。センサ 110 は、加速度、角速度、または地磁気等の検出結果をそれぞれ出力する。

20

【0017】

角速度センサ 112 は、一例として、携帯機器 10 の複数の回転軸に応じて複数搭載される。角速度センサ 112 は、例えば、サニャック効果を利用する光学式ジャイロセンサ、コリオリ力を利用する振動式ジャイロセンサ、流体式ジャイロセンサ、および角運動量の保存則を利用する機械式ジャイロセンサのいずれか、または組み合わせである。また、角速度センサ 112 は、MEMS (Micro Electro Mechanical System) 技術によって形成されたデバイスであってよい。

【0018】

取得部 120 は、複数のセンサ 110 に接続され、センサ 110 からの出力信号を取得する。取得部 120 は、携帯機器 10 の移動および静止といった保持状態に応じたセンサ 110 からの出力信号を取得する。取得部 120 は、一例として、ユーザーが携帯機器 10 を所持して歩行する場合、センサ 110 から、ユーザーの歩行に伴う携帯機器 10 の移動に応じた出力信号を取得する。取得部 120 は、取得した出力信号を、保持状態判定部 130、歩行動作検出部 140、および角度情報算出部 160 に送信する。

30

【0019】

保持状態判定部 130 は、取得部 120 に接続され、携帯機器 10 の保持状態を判定する。保持状態判定部 130 は、一例として、センサ 110 からの出力信号の変化パターンに基づいて、携帯機器 10 の保持状態を判定する。この場合、保持状態判定部 130 は、予め記憶されたユーザーの歩行に伴う出力信号の変化パターンと、センサ 110 からの出力信号とを比較して、携帯機器 10 の保持状態を判定する。

40

【0020】

本実施形態において、保持状態判定部 130 は、複数の保持状態に対応する出力信号に対し予め定められた演算をして予め算出された複数の基準特徴量と、センサ 110 の出力信号に予め定められた演算と同種の演算をして得られる特徴量とを比較して、当該センサ 110 の出力信号がいずれの基準特徴量に対応するかに応じて、携帯機器 10 の保持状態を判定する場合を中心に説明する。保持状態判定部 130 は、算出部 132 と、特徴量対応判定部 134 と、を有する。

【0021】

算出部 132 は、センサ 110 の出力信号を受け取り、出力信号に含まれる複数の軸方

50

向成分の少なくとも一部についての平均および分散の少なくとも一方を含む特徴量を算出する。具体的には、出力信号に含まれる複数の軸方向成分の平均および分散に対し予め定められた重み付け係数で重み付けをして、それぞれを一次線形に結合させた特徴量を算出する。この重み付け係数は、それぞれの保持状態で予めサンプリングされた出力信号に含まれる複数の軸方向成分の平均および分散を主成分分析した結果得られる重み付け係数を用いることが好ましい。

【0022】

特徴量対応判定部134は、算出部132が算出した特徴量と、予め算出された基準特徴量に応じて、携帯機器10の保持状態を判定する。一例として、特徴量対応判定部134は、携帯機器10の複数の保持状態のそれぞれに応じてグループ化した複数の分布のい

10

【0023】

歩行動作検出部140は、取得部120に接続され、取得部120から受け取ったセンサ110の出力信号に応じて携帯機器10を保持するユーザーの歩行動作を検出する。一例として、歩行動作検出部140は、ユーザーが歩行状態であるか否かを検出する。歩行動作検出部140は、保持状態判定部130に接続され、判定した結果を保持状態判定部130に送信する。

【0024】

20

パターン記憶部150は、携帯機器10の複数の保持状態のそれぞれについて、出力信号のパターンの特徴を示す情報を記憶する。例えば、パターン記憶部150は、複数の保持状態に対応する出力信号に対し予め定められた演算をして予め算出された複数の基準特徴量を記憶する。これに代えて、またはこれに加えて、パターン記憶部150は、出力信号のパターンを記憶してもよい。これに代えて、またはこれに加えて、パターン記憶部150は、出力信号のパターンの特徴を分析した結果を記録してもよい。

【0025】

角度情報算出部160は、取得部120に接続され、取得部120から受け取った角速度センサ112の出力信号から角度情報を算出する。角度情報算出部160は、角速度センサ112の出力信号を時間積算することで角度情報を算出する。角度情報算出部160

30

【0026】

オフセット推定部170は、角度情報算出部160に接続され、角度情報算出部160が算出した角度情報のうち、周期的な変化パターンを有する期間における角度情報の変化に応じて角速度センサ112のオフセットを推定する。オフセット推定部170は、携帯機器10の複数の回転軸に応じて角速度センサ112が複数搭載される場合、少なくとも一の角速度センサ112のオフセットを推定する。

【0027】

また、オフセット推定部170は、歩行動作検出部140に接続され、歩行動作検出部140の検出結果に応じて、角速度センサ112のオフセットを推定するか否かを切り替

40

【0028】

制御部180は、オフセット推定部170が、保持状態判定部130の判定結果に応じて角速度センサ112のオフセットを推定するか否かを制御する。即ち、制御部180は、保持状態判定部130およびオフセット推定部170の間に接続され、保持状態判定部130の判定結果に応じた角速度センサ112のオフセットをオフセット推定部170に推定させる。

【0029】

以上の本実施形態のオフセット推定装置100は、まず、歩行状態のユーザーが所持す

50

る携帯機器 10 の保持状態を予め定められた複数の分類のうち、一の保持状態にあることを判定する。例えば、保持状態判定部 130 は、携帯機器 10 の保持状態の分類に、携帯機器 10 を歩行中のユーザーが手に持って操作または視認する状態での保持、携帯機器 10 を耳に当てて通話する状態での保持、携帯機器 10 を手に持って腕を振る状態での保持、ポケット内での保持、およびカバンの中での保持を含める。オフセット推定装置 100 は、保持状態判定部 130 が判定した保持状態に応じて、角速度センサ 112 のオフセットを測定する。

【0030】

図 3 は、本実施形態に係るオフセット推定装置 100 の動作フローを示す。オフセット推定装置 100 は、図 3 に示す動作フローを実行することにより、歩行中のユーザーが所持する携帯機器 10 に搭載された角速度センサ 112 のオフセットを推定する。

10

【0031】

まず、取得部 120 は、複数のセンサ 110 の出力信号を取得する (S300)。本実施形態において、複数のセンサ 110 は、直交する x y z 方向の加速度を検出する加速度センサ、および、x y z 方向の角速度を検出する角速度センサ 112 の、合計 6 個のセンサである例を説明する。図 4 は、このような本実施形態に係るセンサ 110 の出力信号の一例を示す。

【0032】

図 4 の横軸は時間を示し、縦軸は各センサの出力強度を示す。例えば、第 1、2、および 3 波形は、x y z 方向の加速度を検出した加速度センサの出力強度をそれぞれ示す。また、第 4 波形は、第 1、2、および 3 波形の合成波形を示す。また、第 5、6、および 7 波形は、x y z 方向の角速度を検出した角速度センサ 112 の出力強度をそれぞれ示す。また、第 8 波形は、第 5、6、および 7 波形の合成波形を示す。取得部 120 は、このような第 1、2、3、5、6、および 7 波形を各センサから取得して、保持状態判定部 130、歩行動作検出部 140、および角度情報算出部 160 に送信する。

20

【0033】

次に、歩行動作検出部 140 は、ユーザーが歩行中であるか否かを判定する (S210)。歩行動作検出部 140 は、一例として、加速度センサからの出力信号が予め定められた範囲の周期で変動するか否かに応じて、ユーザーが歩行中であるか否かを判定する。ユーザーが略同一の速度で歩行すると、ユーザーの進行方向および進行方向に垂直な方向の加速度が略一定の周期で発生する。この場合、例えば、ユーザーの身長、体重、足の長さ、歩き方、および歩く速度等に応じた周期、振幅の加速度が発生し、加速度センサは、当該加速度を検出することにより、ユーザーの歩行に応じた振動パターンを出力する。

30

【0034】

歩行動作検出部 140 は、一例として、出力信号のパターンの特徴に応じて、ユーザーが歩行中であるか否かを判定する。この場合、歩行動作検出部 140 は、パターン記憶部 150 に接続され、パターン記憶部 150 から読み出したパターンの特徴と出力信号のパターンの特徴とを比較してよい。この場合、パターン記憶部 150 は、ユーザーが実際に歩行した場合の出力信号のパターンを予め記憶する。

【0035】

40

図 4 の例において、携帯機器 10 の x 軸および y 軸方向の加速度を検出する加速度センサの出力波形である第 1 波形および第 2 波形は、第 1 状態および第 3 状態と示された期間の間、略一定の周期で出力強度が変動している。また、y 軸および z 軸方向の加速度を検出する加速度センサの出力波形である第 2 波形および第 3 波形は、第 2 状態と示された期間の間、略一定の周期で出力強度が変動している。歩行動作検出部 140 は、このような変動を検出したことに応じて、ユーザーの歩行を検出したと判定する。

【0036】

歩行動作検出部 140 は、このような略一定の周期の変動を検出しなかった場合 (S310: No)、検出結果を保持状態判定部 130 およびオフセット推定部 170 に送信する。そして、オフセット推定装置 100 は、ステップ S300 に移行し、取得部 120 に

50

よる出力信号の取得に戻る。即ち、オフセット推定装置100は、ユーザーが歩行している状態を検出するまで、取得部120による出力信号の取得を繰り返す。この場合、保持状態判定部130およびオフセット推定部170は、保持状態の判定動作およびオフセット推定動作をそれぞれ実行しなくてよい。

【0037】

歩行動作検出部140がユーザーの歩行を検出した場合（S310：Yes）、保持状態判定部130は、携帯機器10の保持状態を判定する（S320）。即ち、保持状態判定部130は、ユーザーが歩行中であると判定されたことを条件として携帯機器10の保持状態を判定する。

【0038】

これに代えて、保持状態判定部130は、歩行動作検出部140の判定動作と並行して携帯機器10の保持状態を判定してもよい。この場合、保持状態判定部130は、取得部120から受信する出力信号の予め定められた期間の判定を順次実行し、歩行動作検出部140がユーザーの歩行中を判定した判定結果を受信したタイミングの判定結果をオフセット推定部170に送信する。即ち、保持状態判定部130は、ユーザーが歩行中であるタイミングにおける出力信号に基づいて、携帯機器10の保持状態を判定する。

【0039】

パターン記憶部150には、複数の保持状態と、複数の保持状態のそれぞれで予めサンプリングされたユーザーの歩行に伴う出力信号に対し予め定められた演算をして得られる基準特微量と、が対応付けられて記憶される。ここで、基準特微量として、例えば、出力信号に含まれる複数の軸方向成分の少なくとも一部についての平均および分散の少なくとも一方を含む特微量を用いる。

【0040】

この他、複数のセンサ110が第1の物理量を検知する第1センサと、第1の物理量とは種類が異なる第2の物理量を検知する第2センサと、を含む場合には、基準特微量として、例えば、第1センサの出力信号における少なくとも1つの軸方向成分、および第2センサの出力信号における少なくとも1つの軸方向成分に応じた特微量を用いる。このように、複数の物理量に基づいた基準特微量を用いることにより、保持状態判定の精度を向上させ、また、保持状態を細かく判定することが可能となる。尚、第1センサと第2センサの例としては、例えば、角速度センサ、加速度センサ、地磁気センサ等が考えられる。

【0041】

尚、予め定められた演算としては、上記基準特微量が得られる演算であれば特に限定は無く、複数の保持状態のそれぞれで予めサンプリングされた出力信号を主成分分析した結果得られる重み付け係数で複数のセンサ110の出力信号を重み付けする演算が考えられる。

【0042】

これに代えて、パターン記憶部150には、複数の保持状態と、複数の保持状態のそれぞれで予めサンプリングされたユーザーの方向に伴う出力信号を複数の軸方向成分に分解したときの、軸方向成分のうちの少なくとも2以上の軸方向成分同士の関係性が記憶されている。即ち、

【0043】

この他、複数のセンサ110が第1の物理量を検知する第1センサと、第1の物理量とは種類が異なる第2の物理量を検知する第2センサと、を含む場合には、パターン記憶部150には、第1センサの出力信号における少なくとも1つの軸方向成分と2センサの出力信号における少なくとも1つの軸方向成分の関係性が記憶されている。このような複数の物理量に基づいた関係性を用いることにより、保持状態判定の精度を向上させ、また、保持状態を細かく判定することが可能となる。尚、第1センサと第2センサの例としては、例えば、角速度センサ、加速度センサ、地磁気センサ等が考えられる。

【0044】

保持状態判定部130は、取得部120が取得するセンサ110の出力信号と、パター

10

20

30

40

50

ン記憶部150の出力に基づき携帯機器10の保持状態を判定する。より詳細には、取得部120が取得するセンサ110の出力信号に対し、パターン記憶部150で行った予め定められた演算と同種の演算をして特徴量を算出し、この算出した特徴量が、パターン記憶部150に記憶されたいずれの基準特徴量に対応するかに基づいて、携帯機器10の保持状態を判定する。

【0045】

保持状態判定部130で実行する演算としては、複数の保持状態のそれぞれで予めサンプリングされた出力信号を主成分分析した結果得られる重み付け係数で複数のセンサ110の出力信号を重み付けする演算が考えられる。ただし、主成分分析した結果得られる重み付け係数と全く同じ係数を用いる必要はなく、係数を僅かに異ならせる等の微調整を加えた係数を用いてもよい。

10

【0046】

これに代えて、保持状態判定部130は、ユーザーの歩行に伴うセンサ110の出力信号を複数の軸方向成分に分解したときの、軸方向成分のうちの少なくとも2以上の軸方向成分同士の関係性に基づいて携帯機器10の保持状態を判定してもよい。

【0047】

この他、複数のセンサ110が第1の物理量を検知する第1センサと、第1の物理量とは種類が異なる第2の物理量を検知する第2センサと、を含む場合には、保持状態判定部130は、第1センサの出力信号における少なくとも1つの軸方向成分と第2センサの出力信号における少なくとも1つの軸方向成分の関係性に基づいて携帯機器10の保持状態を判定してもよい。このように複数の物理量に基づいた関係性を用いると、保持状態判定の精度を向上させ、また、保持状態を細かく判定することが可能となる。

20

【0048】

尚、第1センサと第2センサの例としては、例えば、角速度センサ、加速度センサ、地磁気センサ等が考えられる。この他、保持状態判定部130は、出力信号における複数の軸方向成分の変化パターンに基づいて、携帯機器10の保持状態が、複数の保持状態のいずれに分類されるかを判定する。ここで、保持状態判定部130は、一例として、出力信号の予め定められた期間の波形パターンに応じて、携帯機器10の保持状態を判定する。

【0049】

例えば、保持状態判定部130は、予め定められた期間 Δt を、ユーザーの歩行によって検出されるべき出力信号の変動周期の n 倍（ n は1以上の整数）の期間とする。これに代えて、保持状態判定部130は、予め定められた期間を、複数のユーザーの歩行によってそれぞれ検出される変動周期の平均値等の n 倍程度の期間としてもよい。

30

【0050】

保持状態判定部130は、センサ110によって検出される加速度および／または角速度の複数の軸方向成分のうちの少なくとも2以上の軸方向成分同士の関係性に基づいて、携帯機器10の保持状態を判定する。例えば、保持状態判定部130は、図4の第1状態において、第1波形および第2波形が略一定の周期で出力強度が変動し、第3波形の変動は第1波形および第2波形の変動に比べて小さく、また、角速度の検出結果である第5、6、および7波形の変動が検出されていないことに応じて、携帯機器10の保持状態を判定する。この場合、保持状態判定部130は、第1波形および第2波形に対応する携帯機器10の x 軸および y 軸方向が、ユーザーの進行方向およびユーザーの直立方向である鉛直方向にそれぞれ略平行な状況と判断して、ユーザーは当該携帯機器10を耳に当てていると判定する。

40

【0051】

また、保持状態判定部130は、図4の第2状態において、第2波形および第3波形が略一定の周期で出力強度が変動し、第1波形の変動は第2波形および第3波形の変動に比べて小さく、また、第5、6、および7波形の変動が検出されていないことに応じて、携帯機器10の保持状態を判定する。この場合、保持状態判定部130は、携帯機器10の y 軸および z 軸方向が、ユーザーの進行方向およびユーザーの直立方向にそれぞれ略平行

50

な状況と判断して、ユーザーは当該携帯機器10を手で持って表示画面を見ていると判定する。

【0052】

また、保持状態判定部130は、図3の第3状態において、第1波形および第2波形が略一定の周期で出力強度が変動し、第3波形の変動は第1波形および第2波形の変動に比べて小さく、また、第7波形が略一定の周期で出力強度が変動していることに応じて、携帯機器10の保持状態を判定する。この場合、保持状態判定部130は、携帯機器10のx軸およびy軸方向が、ユーザーの進行方向およびユーザーの直立方向である垂直方向にそれぞれ略平行でかつ、x軸方向に一定周期の角速度が加わっている状況と判断して、ユーザーが当該携帯機器10を手を持って腕を振っていると判定する。

10

【0053】

このように、保持状態判定部130は、少なくとも1つの軸方向について第1の物理量を検知する第1センサからの第1の出力信号における少なくとも1つの軸方向成分と、少なくとも1つの軸方向について第1の物理量とは種類が異なる第2の物理量を検知する第2センサからの第2の出力信号における少なくとも1つの軸方向成分とを含む複数の成分の変化パターンに基づいて、携帯機器10の保持状態を判定してよい。また、保持状態判定部130は、3種類以上の物理量の検知結果に基づき、保持状態を判定してもよい。このように、複数の物理量に基づいて保持状態を判定することによって、保持状態判定部130は、携帯機器10のより複雑な保持状態を判定することができる。

20

【0054】

保持状態判定部130は、以上のように、複数のセンサ110の出力信号のパターンに応じて、携帯機器10の保持状態を判定する。ここで、保持状態判定部130は、パターン記憶部150に記憶された情報に基づいて、出力信号が複数の保持状態のいずれに対応するかを判定してよい。この場合、パターン記憶部150は、一例として、携帯機器10の保持状態に対応する出力信号のパターンを記憶し、保持状態判定部130は、出力信号のパターンと記憶されたパターンとを比較し、パターンがマッチングされたことに応じて、対応する保持状態を判定結果とする。

【0055】

これに代えて、保持状態判定部130は、出力信号から得られる特徴量が、パターン記憶部150に記憶されたいずれの基準特徴量に対応するかに基づいて、携帯機器10の保持状態を判定してもよい。即ち、パターン記憶部150は、一例として、携帯機器10の保持状態に対応する出力信号の平均値、分散、変動幅、周期を主成分分析して得られる結果を基準特徴量として記憶する。この場合、特徴量対応判定部134は、算出部132が算出した特徴量と記憶されたパターンの基準特徴量とを比較し、特徴量が予め定められた範囲で一致することに応じて、対応する保持状態を判定結果とする。特徴量対応判定部134は、予め定められた期間 Δt 毎に、携帯機器10の保持状態を判定し、判定した結果を制御部180に送信する。

30

【0056】

ユーザーの歩行動作に伴うセンサ110からの出力信号は、携帯機器10の保持状態毎に顕著に異なる。これを利用して、保持状態判定部130は、取得部120が取得するセンサ110の出力信号のうち、ユーザーが歩行中であるタイミングにおける出力信号に基づいて、携帯機器10の保持状態を判定してもよく、また、取得部120が取得するセンサ110の出力信号のうち、ユーザーが歩行中ではないタイミングにおける出力信号を実質的に用いずに携帯機器10の保持状態を判定してもよい。

40

【0057】

ユーザー歩行中のセンサ出力信号を用いることにより、保持状態判定の精度を向上させることが出来ると共に、保持状態を細かく判定することが可能となる。尚、「ユーザーが歩行中ではないタイミングにおける出力信号を実質的に用いず」とは、ユーザーが歩行中ではないタイミングにおける出力信号を用いないことの他、出力信号を用いるが、影響度および／または寄与度を著しく下げて使用する場合を含むものとする。

50

【0058】

次に、オフセット推定部170は、角度情報算出部160から受け取る角度情報のうち、周期的な変化パターンを有する期間における角度情報の変化に応じて、角速度センサ112のオフセットを推定する(S330)。ここで、角速度センサ112の出力信号の変動は、図4の第1状態および第2状態における第5、6、および7波形に示すとおり、加速度センサの変動に比べて小さくなる場合がある。このような場合、角速度センサ112の出力信号から、ユーザーの歩行に伴う周期的な変動を有するか否かを判断することは、加速度センサの出力信号から判断することと比較して困難になることがある。

【0059】

しかしながら、一例として、図4の第8波形に示すとおり、第5、6、および7波形の合成波形は、ユーザーの歩行に伴う周期的な変動を有することがわかる。即ち、出力信号の変動幅が小さくなっても、信号成分を累積することで、周期的な変動を有するか否かを判断することが容易になる。そこで、角度情報算出部160は、角速度センサの出力信号を時間積算することで角度情報を算出し、オフセット推定部170は、当該角度情報に周期的な変化パターンを有するか否かを判断する。

【0060】

図5は、本実施形態に係る携帯機器10の角速度センサ112の出力信号を時間積算した場合の例を示す。図5の横軸は時間を示し、縦軸は角速度センサ112の出力信号を時間積算した積算角度を示す。図5の例に示すとおり、角速度センサ112の出力信号を時間積算した角度情報の波形は、周期的な時間変化パターンと略一定の傾きとが重畳された波形となる。ここで、周期的な変化パターンを有する期間における角度情報は、ユーザーの歩行動作に起因する角速度センサ112の出力信号から算出された角度情報である。

【0061】

また、図5のX点とY点を結ぶ点線に相当する略一定の傾きは、角速度センサ112のオフセットに起因する角度情報である。角速度センサ112のオフセットが経時的に変化する場合、当該傾きが経時的に変化することになる。

【0062】

オフセット推定部170は、周期的な変化パターンを有する期間内の相異なる時刻である第1の時刻と第2の時刻の角度情報に応じて、角速度センサ112のオフセットを推定する。ここで、第1の時刻の角度情報と第2の時刻の角度情報の位相は、周期的な変化パターンにおいて略同位相である。一例として、オフセット推定部170は、図5のA点を第1の時刻の角度情報、B点を第2の時刻の角度情報とする。

【0063】

即ち、オフセット推定部170は、オフセットに起因する傾きの成分が無い場合、略同一の積算角度となる角度情報の波形上の異なる2点を、第1および第2の時刻の角度情報とする。したがって、例えば、角速度センサ112のオフセットが0の場合、A点とB点を結ぶ直線は、略同一の積算角度を示す点を通して時間軸と略平行となり、傾きも0となる。また、角速度センサ112に略一定のオフセットが生じている場合、A点とB点を結ぶ直線は、角度情報の波形上の略同一の位相を示す点を通り、当該オフセットに対応する傾きを有して時間軸(X軸)または積算角度軸(Y軸)と交わる。

【0064】

オフセット推定部170は、一例として、周期的な変化パターンの一つの周期内において、積算角度が最大値、平均値、または最小値等の値となる時刻を第1の時刻とする。また、オフセット推定部170は、周期的な変化パターンの他の周期内において、積算角度が最大値、平均値、および最小値等のうち、第1の時刻を定めた値となる時刻を第2の時刻とする。図5のA点およびB点は、周期的な変化パターンの異なる周期内において、積算角度が最大値となる時刻に応じて定めた例を示す。

【0065】

ここで、オフセット推定部170は、第1の時刻と第2の時刻を、歩行動作検出部140の出力に応じて決定する。即ち、オフセット推定部170は、第1の時刻と第2の時刻

が、ユーザーの歩行動作が行われた期間内の時刻とする。角度情報の周期的な時間変化パターンは、ユーザーの歩行動作に起因するので、ユーザーが歩行していない場合、オフセット推定部170は、第1の時刻および第2の時刻を決定することができなくなるか、または意味の無い時刻を決定してしまう。そこで、オフセット推定部170は、ユーザーの歩行動作が検出されたことに応じて、第1の時刻および第2の時刻を決定することで、無駄な動作を省くことができる。

【0066】

ここでは、歩行動作検出部140の出力に応じて、第1の時刻と第2の時刻を決定する例を述べている。角度情報の周期的な時間変化パターン、角速度センサ出力信号、および角速度センサ出力信号に予め定められた信号処理を施した信号等の周期的な時間変化パターンは、ユーザーの歩行動作に起因するので、オフセット推定部170は、ユーザーの歩行動作に由来する信号に応じて、第1の時刻と第2の時刻を決定してもよい。例えば、オフセット推定部170は、角加速度信号の最大値や最小値が検出されたタイミングに応じて、第1の時刻と第2の時刻を決定してもよい。

【0067】

また、オフセット推定部170は、第1の時刻と第2の時刻の時間間隔を、ユーザーの歩数の時間間隔とする。オフセット推定部170は、一例として、当該時間間隔を、当該ユーザの歩行動作周期の略定数倍の時間間隔とする。角度情報の周期的な時間変化パターンは、ユーザーの歩行動作に起因するので、第1の時刻と第2の時刻の時間間隔は、ユーザーの歩行動作周期の略定数倍となる。したがって、オフセット推定部170は、一例として、決定した第1の時刻と第2の時刻の時間間隔がユーザーの歩行動作周期の略定数倍にならなかった場合、誤検出したものとして、第1および第2の時刻の決定動作を再び実行してよい。

【0068】

また、角度情報算出部160は、時間積算した角度情報から、周期的な変化パターンを検出するパターン検出部を有してもよい。パターン検出部は、例えば、フーリエ変換等を実行して、角度情報に周期的な信号成分が含まれているか否かを検出する。これに代えて、パターン検出部は、角度情報において、角度情報の平均値とは異なる角度の値が一定間隔で繰り返し発生することに応じて、当該角度情報に周期的な信号成分が含まれていることを検出する。また、パターン検出部は、時間積算した角度情報に代えて、取得部120から受け取る角速度センサ112の出力信号から周期的な変化パターンを検出してもよい。

【0069】

パターン検出部は、検出した結果をオフセット推定部170に送信する。この場合、オフセット推定部170は、パターン検出部が周期的な変化パターンを検出したことに応じて、第1の時刻および第2の時刻を決定する。

【0070】

また、角度情報の周期的な時間変化パターンは、角速度センサ112の出力信号を時間積算することによって強調されるので、オフセット推定部170は、オフセットが時間的に安定である場合、第1の時刻と第2の時刻の時間間隔をユーザーの歩行動作周期の略4倍以上、好ましくは略10倍以上、より好ましくは略20倍程度にする。これによって、オフセット推定部170は、オフセットの推定誤差を低減させることができる。

【0071】

以上のように、本実施形態のオフセット推定部170は、第1の時刻および第2の時刻を決定することで、角度情報の波形に重畳された略一定の傾きを取得することができる。これにより、オフセット推定部170は、略一定の傾きに対応する角速度センサ112のオフセットを推定することができる。また、携帯機器10は、推定されたオフセットに応じて、当該略一定の傾きが0となるように対応する角速度センサ112のオフセットを補正してよい。

【0072】

10

20

30

40

50

より具体的には、オフセット推定部 170 は、第 1 の時刻と第 2 の時刻の間の角速度センサの各軸の出力から算出した各積算角度を、第 1 の時刻と第 2 の時刻までの積算時間で除算することにより求めてよい。

【0073】

ここで、オフセット推定部 170 は、複数の角速度センサ 112 の各回転軸のオフセットを推定し、制御部 180 は保持状態判定部 130 の判定結果に応じた回転軸を選択し、当該選択した回転軸のオフセット推定結果をオフセット推定部 170 から出力させてよい。例えば、ユーザーが携帯機器 10 を手に持って腕を振りながら歩行している場合、歩行動作による角度情報の周期的な時間変化パターンと、腕を振ることによって生じる周期的な時間変化パターンとが重畳されるので、オフセット推定部 170 は、正確なオフセット推定を実行することが困難になることがある。

10

【0074】

そこで、制御部 180 は、例えば、オフセットの推定が困難な保持状態の判定結果の場合、オフセット推定部 170 の推定結果は出力させずに、前回の推定結果を出力させる。また、ユーザーが携帯機器 10 を手に持って腕を振りながら歩行している場合であっても、腕を振っている面と垂直な方向に回転軸がある場合、当該回転軸方向には腕振りによる周期的な時間変化パターンは生じにくい。そこで、制御部 180 は、保持状態の判定結果に応じて、誤差が増大しないことが予想される回転軸を選択して、オフセット推定部 170 から選択した回転軸のオフセット推定結果を出力させてもよい。

20

【0075】

また、オフセット推定部 170 は、第 1 の時刻および第 2 の時刻の間の角速度センサ出力信号、角速度センサ出力信号から算出された時間積算された角度情報、角速度センサ出力信号に予め定められた信号処理を施した信号、および周期的な変化パターンの各周期毎の角速度に基づく信号等のうち、一つまたは複数組み合わせた情報を用いて、第 1 の時刻および第 2 の時刻の間の周期的な時間変化パターンが乱れているか否かを判断してもよい。オフセット推定部 170 は、時間変化パターンが乱れていると判断する場合には、オフセット推定を行わないまたは推定されたオフセットの信頼性が低いと判断して推定結果を除外してもよい。

【0076】

また、オフセット推定部 170 は、推定した結果を第 2 の時刻より以前に推定した結果と比較してもよい。オフセット推定部 170 は、例えば、保持しておいた推定結果の平均値と最新の推定結果の差異が予め定められた閾値以上の場合は、信頼性が低いと判断して推定結果を除外してもよい。また、オフセット推定部 170 は、最新の推定結果と直近の推定結果と、これらにそれぞれ対応する、角速度センサ出力信号、角速度センサ出力信号から算出された時間積算された角度情報、角速度センサ出力信号に予め定められた信号処理を施した信号、および周期的な変化パターンの各周期毎の角速度に基づく信号から、最新の推定結果と直近の推定結果のどちらが最適な推定結果であるかを決定して推定結果としてもよい。なお、ここで述べた過去の推定結果の平均値と最新の推定結果の差異を取得する手法などは、一例であり、分散値を用いるなど推定された結果の信頼性を取得する手法であればどのような手法でもよいことは明らかである。

30

40

【0077】

また、制御部 180 は、保持状態判定部 130 の判定結果に応じて携帯機器 10 の保持状態の変化がない期間を検出し、当該期間における角速度センサ 112 の出力信号に基づき角速度センサ 112 のオフセットをオフセット推定部 170 に推定させてもよい。即ち、制御部 180 は、例えば、図 4 の第 1 状態と第 2 状態の間の期間、および第 2 状態と第 3 状態の間の期間といった保持状態の変化期間におけるオフセット推定は誤差が大きいものとして推定結果を除外するか、またはオフセット推定を停止させる。これによって、制御部 180 は、一定の保持状態におけるオフセット推定を採用して推定誤差を低減させることができる。

【0078】

50

以上の本実施形態に係るオフセット推定装置 100 によれば、携帯機器 10 の保持状態に応じて、オフセットを推定すべき回転軸方向を選択して、選択した回転軸方向に対応する角速度センサ 112 のオフセットを推定することができる。これによって、オフセット推定装置 100 は、歩行中のユーザーが手に持つ携帯機器 10 の静止状態を待たなくても、角速度センサ 112 の出力変動の影響を低減させ、かつ、短時間でより正確なオフセットを推定することができる。したがって、オフセット推定装置 100 は、角速度センサ 112 のオフセットが経時的に変化しても、定期的にオフセットを推定することができ、当該角速度センサ 112 の測定精度の低下を防止することができる。

【0079】

図 6 は、本実施形態に係るオフセット推定装置 100 の変形例を示す。本変形例のオフセット推定装置 100 において、図 2 に示された本実施形態に係るオフセット推定装置 100 の動作と略同一のものには同一の符号を付け、説明を省略する。本変形例のオフセット推定装置 100 は、保持状態変化検知部 610 と、進行方向判定部 620 を備える。

【0080】

保持状態変化検知部 610 は、取得部 120 に接続され、複数のセンサ 110 の出力信号から携帯機器 10 の保持状態の変化を検知する。即ち、保持状態変化検知部 610 は、保持状態判定部 130 のように、携帯機器 10 の保持状態そのものは判定しないが、保持状態が変化したことを検知する。保持状態変化検知部 610 は、一例として、図 4 の第 1 状態と第 2 状態の間の期間、および第 2 状態と第 3 状態の間の期間といった保持状態の変化に起因する出力信号の変動を検知する。

【0081】

この場合、保持状態変化検知部 610 は、例えば、予め定められた閾値の範囲を超える変動があったか否かにより、当該出力信号の変動を検知する。これに代えて、保持状態変化検知部 610 は、出力信号を順次記憶していき、取得部 120 から受け取った出力信号と、記憶した過去に受け取った出力信号とを比較して、当該出力信号の変動を検知してもよい。保持状態変化検知部 610 は、検知した保持状態の変化を、制御部 180 に送信する。

【0082】

制御部 180 は、保持状態変化検知部 610 の検知結果に応じて、オフセット推定部 170 が角速度センサ 112 のオフセットを推定するか否かを制御する。制御部 180 は、例えば、保持状態が変化している期間はオフセット推定部 170 のオフセット推定を停止する。制御部 180 は、保持状態が変化している期間は、保持状態が変化する前にオフセット推定部 170 が推定したオフセットを、オフセット推定部 170 から出力させてもよい。

【0083】

角速度センサ 112 は、保持状態が変化している期間において、保持状態の変化に起因する出力信号の変動と、ユーザーの歩行動作に起因する出力信号の変動とを重畳させた信号を出力する。オフセット推定部 170 は、このような出力信号に応じた積算角度の情報を受け取っても、ユーザーの歩行動作に起因する信号成分を分離することは困難なので、制御部 180 は、当該期間におけるオフセット推定動作を停止して、推定誤差の悪化を防止する。

【0084】

また、制御部 180 は、保持状態変化検知部 610 の検知結果に応じて携帯機器 10 の保持状態の変化がない期間を検出し、当該期間における角速度センサ 112 の出力信号に基づき角速度センサ 112 のオフセットをオフセット推定部 170 に推定させてもよい。これによって、オフセット推定部 170 は、保持状態の変化に起因する出力信号の変動が重畳していない信号に基づき、オフセットを推定できるので、精度の高いオフセット推定を実行することができる。

【0085】

進行方向判定部 620 は、ユーザーの進行方向を判定する。進行方向判定部 620 は、

10

20

30

40

50

取得部 120 に接続され、複数のセンサ 110 の出力信号からユーザーが直進しているか否かを判定する。進行方向判定部 620 は、一例として、加速度センサの出力信号が略一定の周期で変動し、かつ、角速度センサ 112 の出力信号の変動が予め定められた閾値よりも低い場合に、ユーザーが直進していると判定する。進行方向判定部 620 は、判定結果を制御部 180 に送信する。ここでは、進行方向判定部 620 が、角速度センサ 112 の出力信号の変動が予め定められた閾値よりも低い場合に、ユーザーが直進していると判定するという例を示したが、これに加えて、またはこれに代えて、次のように判定してもよい。

【0086】

例えば、進行方向判定部 620 は、角速度センサ 112 の出力信号にローパスフィルタを介した信号、または同等の効果をもたらす信号処理を施した信号と角速度センサ出力信号の差が予め定められた閾値以内に収まっている場合に、ユーザーが直進していると判断する。また、進行方向判定部 620 は、角速度センサ 112 の出力信号における周期的なパターンの予め定められた周期分の時間積算角度を算出し、算出した積算角度が予め定められた閾値以内に収まっている場合に、ユーザーが直進していると判断することも可能である。

【0087】

また、その他の手段として、進行方向判定部 620 は、マップマッチング手法を用いたユーザーの歩行軌跡から、第 1 の時刻と第 2 の時刻の間に直進しているか否かの判断をする手法を用いてもよいし、他の測位手段、例えば GPS、WiFi 測位などによるユーザーの歩行軌跡から、直進しているか否かの判断をする手法を用いてもよい。さらに、進行方向判定部 620 は、磁気センサ等を用いて第 1 の時刻と第 2 の時刻の間に直進しているか否かの判断をしてもよい。

【0088】

制御部 180 は、進行方向判定部 620 の判定結果に応じて、ユーザーの進行方向が直進方向である期間を検知し、当該期間における角速度センサ 112 の出力信号に基づき角速度センサ 112 のオフセットをオフセット推定部 170 に推定させる。角速度センサ 112 は、歩行しているユーザーの進行方向が変化している期間において、進行方向の変化に起因する出力信号の変動と、ユーザーの歩行動作に起因する出力信号の変動とを重畳させた信号を出力する。

【0089】

オフセット推定部 170 は、このような出力信号に応じた積算角度の情報を受け取っても、ユーザーの歩行動作に起因する信号成分を分離することは困難なので、制御部 180 は、ユーザーが直進していることを条件に、オフセット推定部 170 のオフセット推定を実行させる。これによって、オフセット推定部 170 は、ユーザーの進行方向の変化に起因する出力信号の変動が重畳していない信号に基づき、オフセットを推定できるので、精度の高いオフセット推定を実行することができる。

【0090】

また、制御部 180 は、ユーザーの進行方向が直進方向ではない期間に角速度センサ 112 から出力された出力信号の一部または全部を用いずに、算出された角度情報に応じて角速度センサ 112 のオフセットをオフセット推定部 170 に推定させる。この場合、制御部 180 は、当該直進方向ではない期間におけるオフセット推定動作を停止して、オフセット推定部 170 の推定誤差の悪化を防止してもよい。また、制御部 180 は、進行方向が変化している期間は、進行方向が変化する前にオフセット推定部 170 が推定したオフセットを、オフセット推定部 170 から出力させてもよい。

【0091】

以上の本変形例のオフセット推定装置 100 は、保持状態の変化またはユーザーの進行方向の検出結果に応じて、オフセット推定を実行するか否かを判断する。これによって、オフセット推定装置 100 は、より精度の高いオフセット推定を実行することができる。

【0092】

以上の本実施形態のオフセット推定装置100は、角速度センサ112からの出力が、加速度センサの変動に比べて小さくなくても、角速度センサ112の出力信号を時間積算することで、周期的な変動を有するか否かを判断することが容易になることを説明した。ここで、角速度センサ112は、ユーザーの歩行の状況によっては、周期的な変動を有するか否かを判断するのに十分な変動を出力する場合がある。このような場合、オフセット推定装置100は、角速度センサ112の出力信号の変動を用いて（即ち、出力信号の時間積算なしに）、周期的な変動を有するか否かを判断してもよい。

【0093】

図7は、本実施形態に係るオフセット推定装置100の第2の変形例を示す。本変形例のオフセット推定装置100において、図2に示された本実施形態に係るオフセット推定装置100の動作と略同一のものには同一の符号を付け、説明を省略する。本変形例のオフセット推定装置100は、図2に示された本実施形態に係るオフセット推定装置100から角度情報算出部160を除いた構成例を示す。

【0094】

即ち、本変形例のオフセット推定部170は、取得部120に接続され、角速度センサ112の出力信号の変化に応じて当該角速度センサ112のオフセットを推定する。この場合、オフセット推定部170は、角速度センサ112の出力信号の変動が加速度センサの変動等に比べて小さい場合、一例として、ローパスフィルタなどの信号処理を実行することにより、角速度センサ112の変動が周期的な変動を有するか否かを判断することも可能である。

【0095】

より具体的には、オフセット推定部170は、角速度センサ112の出力信号に含まれる第1の交流成分のレベルが巡回する期間における第1の交流成分に基づき、角速度センサ112のオフセットを推定する。この場合、オフセット推定部170は、第1の交流成分のレベルが巡回する期間における第1の交流成分のレベルに応じて、角速度センサ112のオフセットを推定してよい。

【0096】

ここで、交流成分とは、例えば、携帯機器10を保持するユーザの歩行動作および／または動き等に応じた出力の変動、波打ち、およびレベルの巡回等を意味し、角速度センサ112の熱雑音等は除くものとする。また、レベルの巡回とは、一例として、電圧レベルが変動している場合において、当該電圧レベルが、予め定められた電圧レベルを通過してから再び予め定められた電圧レベルに戻る過程を意味する。

【0097】

例えば、オフセット推定部170は、角速度センサ112の出力信号の周期的な変化パターンの一つの周期内（即ち、出力レベルが1回巡回する間）において、最大値、平均値、または最小値などの予め定められた値となる時刻を第1の時刻とする。そして、オフセット推定部170は、周期的な変化パターンの次の周期内において、角速度センサ112の出力信号が当該予め定められた値（即ち、第1の時刻を定めた電圧レベル）となる時刻を第2の時刻としてもよい。また、この場合において、オフセット推定部170は、角速度センサ112の出力信号に例えばローパスフィルタなどの信号処理を実行してから、第1の時刻、および第2の時刻を定めてもよい。

【0098】

角速度センサ出力信号および角速度センサ出力信号に予め定められた信号処理を施した信号等の周期的な時間変化パターンは、ユーザーの歩行動作に起因するので、オフセット推定部170は、このように、当該ユーザーの歩行動作に由来する信号に応じて、第1の時刻と第2の時刻を決定してよい。また、オフセット推定部170は、例えば、角加速度信号の最大値や最小値が検出されたタイミングに応じて、第1の時刻と第2の時刻を決定してもよい。

【0099】

オフセット推定部170は、第1の時刻と第2の時刻の間の角速度センサ112の各軸

の出力を各々積算した積算値を、積算した時間または積算個数で除算することにより、角速度センサ 1 1 2 のオフセットを推定することができる。これに代えて、オフセット推定部 1 7 0 は、第 1 の時刻と第 2 の時刻の間の角速度センサ 1 1 2 の各軸の出力に応じた角加速度を算出し、算出に用いた時間間隔または積算個数で除算することにより、角速度センサ 1 1 2 のオフセットを推定してもよい。

【0100】

また、オフセット推定部 1 7 0 は、第 1 の交流成分のレベルが巡回する期間における第 1 の交流成分のレベル平均を演算し、角速度センサ 1 1 2 のオフセットを推定してもよい。例えば、オフセット推定部 1 7 0 は、第 1 の交流成分の第 1 のピークから第 2 のピークまでのレベル平均を演算することによって、角速度センサ 1 1 2 のオフセットを推定する。ここで、第 1 のピークおよび第 2 のピークは、それぞれ第 1 の交流成分の極大値または極小値でよい。

10

【0101】

なお、本実施形態に係るオフセット推定装置 1 0 0 の第 2 の変形例において、角速度センサ 1 1 2 が第 1 の交流成分を出力信号に含むことを説明した。ここで、第 1 の交流成分を積分（積算）すると、角速度センサ 1 1 2 が出力する角度情報となる。即ち、図 2 および図 6 で説明した本実施形態のオフセット推定装置 1 0 0 が備える角度情報算出部 1 6 0 は、第 1 の交流成分を積分した第 2 の交流成分のレベルを角度情報として算出する。

【0102】

即ち、第 1 の交流成分または第 2 の交流成分は、ユーザーの動きに同期する成分である。また、第 1 の交流成分または第 2 の交流成分は、ユーザーの歩行動作に同期する成分である。

20

【0103】

したがって、この場合、オフセット推定部 1 7 0 は、第 1 の交流成分のレベルが巡回する期間における第 1 の交流成分を積分した第 2 の交流成分のレベルに応じて、角速度センサ 1 1 2 のオフセットを推定することになる。即ち、例えば、オフセット推定部 1 7 0 は、第 2 の交流成分のレベルが巡回する期間における角度情報の変化量から、オフセットを推定する。

【0104】

より具体的には、オフセット推定部 1 7 0 は、角度情報のうち、第 2 の交流成分が第 1 のピークを有する第 1 のレベルから第 2 の交流成分が第 2 のピークを有する第 2 のレベルまでの差分から、オフセットを推定する。ここで、第 1 のピークおよび第 2 のピークは、それぞれ第 2 の交流成分の極大値または極小値であってよい。

30

【0105】

図 8 は、本実施形態に係るオフセット推定装置 1 0 0 として機能するコンピュータ 1 9 0 0 のハードウェア構成の一例を示す。本実施形態に係るコンピュータ 1 9 0 0 は、例えば、携帯機器 1 0 の内部に搭載される。これに代えて、コンピュータ 1 9 0 0 は、携帯機器 1 0 の外部に備えられ、携帯機器 1 0 からのセンサ出力を受信して、オフセット推定結果等を携帯機器 1 0 に送信してもよい。この場合、コンピュータ 1 9 0 0 は、一例として、携帯機器 1 0 と無線で送受信する。

40

【0106】

コンピュータ 1 9 0 0 は、ホスト・コントローラ 2 0 8 2 により相互に接続される CPU 2 0 0 0、RAM 2 0 2 0、グラフィック・コントローラ 2 0 7 5、および表示装置 2 0 8 0 を有する CPU 周辺部と、入出力コントローラ 2 0 8 4 によりホスト・コントローラ 2 0 8 2 に接続される通信インターフェイス 2 0 3 0、記憶部 2 0 4 0、入出力部 2 0 6 0 と、ROM 2 0 1 0 と、カードスロット 2 0 5 0 と、入出力チップ 2 0 7 0 とを備える。

【0107】

ホスト・コントローラ 2 0 8 2 は、RAM 2 0 2 0 と、高い転送レートで RAM 2 0 2 0 をアクセスする CPU 2 0 0 0 およびグラフィック・コントローラ 2 0 7 5 とを接続す

50

る。CPU 2000は、ROM 2010およびRAM 2020に格納されたプログラムに基づいて動作し、各部の制御を行う。グラフィック・コントローラ 2075は、CPU 2000等がRAM 2020内に設けたフレーム・バッファ上に生成する画像データを取得し、表示装置 2080上に表示させる。これに代えて、グラフィック・コントローラ 2075は、CPU 2000等が生成する画像データを格納するフレーム・バッファを、内部に含んでもよい。

【0108】

入出力コントローラ 2084は、ホスト・コントローラ 2082と、比較的高速な入出力装置である通信インターフェイス 2030、記憶部 2040、入出力部 2060を接続する。通信インターフェイス 2030は、ネットワークを介して他の装置と通信する。記憶部 2040は、コンピュータ 1900内のCPU 2000が使用するプログラムおよびデータを格納する。記憶部 2040は、不揮発性メモリであり、例えば、フラッシュメモリまたはハードディスク等である。

10

【0109】

入出力部 2060は、コネクタ 2095と接続され、外部とプログラムまたはデータを送受信し、RAM 2020を介して記憶部 2040に提供する。入出力部 2060は、規格化されたコネクタおよび通信方式で外部と送受信してよく、この場合、入出力部 2060は、USB、IEEE 1394、HDMI（登録商標）、またはThunderbolt（登録商標）等の規格を用いてよい。また、入出力部 2060は、Bluetooth（登録商標）等の無線通信規格を用いて外部と送受信してもよい。

20

【0110】

また、入出力コントローラ 2084には、ROM 2010と、カードスロット 2050、および入出力チップ 2070の比較的低速な入出力装置とが接続される。ROM 2010は、コンピュータ 1900が起動時に実行するブート・プログラム、および／または、コンピュータ 1900のハードウェアに依存するプログラム等を格納する。カードスロット 2050は、メモリカード 2090からプログラムまたはデータを読み取り、RAM 2020を介して記憶部 2040に提供する。入出力チップ 2070は、カードスロット 2050を入出力コントローラ 2084へと接続すると共に、例えばパラレル・ポート、シリアル・ポート、キーボード・ポート、マウス・ポート等を介して各種の入出力装置を入出力コントローラ 2084へと接続してもよい。

30

【0111】

RAM 2020を介して記憶部 2040に提供されるプログラムは、入出力部 2060を介して、またはメモリカード 2090等の記録媒体に格納されて利用者によって提供される。プログラムは、記録媒体から読み出され、RAM 2020を介してコンピュータ 1900内の記憶部 2040にインストールされ、CPU 2000において実行される。

【0112】

プログラムは、コンピュータ 1900にインストールされ、コンピュータ 1900を取得部 120、保持状態判定部 130、歩行動作検出部 140、パターン記憶部 150、角度情報算出部 160、オフセット推定部 170、制御部 180、保持状態変化検知部 610、および進行方向判定部 620として機能させる。

40

【0113】

プログラムに記述された情報処理は、コンピュータ 1900に読込まれることにより、ソフトウェアと上述した各種のハードウェア資源とが協働した具体的手段である取得部 120、保持状態判定部 130、歩行動作検出部 140、パターン記憶部 150、角度情報算出部 160、オフセット推定部 170、制御部 180、保持状態変化検知部 610、および進行方向判定部 620として機能させる。そして、この具体的手段によって、本実施形態におけるコンピュータ 1900の使用目的に応じた情報の演算または加工を実現することにより、使用目的に応じた特有のオフセット推定装置 100が構築される。

【0114】

一例として、コンピュータ 1900と外部の装置等との間で通信を行う場合には、CP

50

U 2 0 0 0 は、R A M 2 0 2 0 上にロードされた通信プログラムを実行し、通信プログラムに記述された処理内容に基づいて、通信インターフェイス 2 0 3 0 に対して通信処理を指示する。通信インターフェイス 2 0 3 0 は、C P U 2 0 0 0 の制御を受けて、R A M 2 0 2 0、記憶部 2 0 4 0、メモリカード 2 0 9 0、または入出力部 2 0 6 0 を介して接続される記憶装置等に設けた送信バッファ領域等に記憶された送信データを読み出してネットワークへと送信し、もしくは、ネットワークから受信した受信データを記憶装置上に設けた受信バッファ領域等へと書き込む。このように、通信インターフェイス 2 0 3 0 は、D M A (ダイレクト・メモリ・アクセス) 方式により記憶装置との間で送受信データを転送してもよく、これに代えて、C P U 2 0 0 0 が転送元の記憶装置または通信インターフェイス 2 0 3 0 からデータを読み出し、転送先の通信インターフェイス 2 0 3 0 または記憶装置へとデータを書き込むことにより送受信データを転送してもよい。

10

【0115】

また、C P U 2 0 0 0 は、記憶部 2 0 4 0、メモリカード 2 0 9 0、または入出力部 2 0 6 0 を介して接続される記憶装置等に格納されたファイルまたはデータベース等の中から、全部または必要な部分を D M A 転送等により R A M 2 0 2 0 へと読み込ませ、R A M 2 0 2 0 上のデータに対して各種の処理を行う。そして、C P U 2 0 0 0 は、処理を終えたデータを、D M A 転送等により記憶装置へと書き戻す。このような処理において、R A M 2 0 2 0 は、記憶装置の内容を一時的に保持するものとみなせるから、本実施形態においては R A M 2 0 2 0 および記憶装置等をメモリ、記憶部、または記憶装置等と総称する。本実施形態における各種のプログラム、データ、テーブル、データベース等の各種の情報

20

【0116】

また、C P U 2 0 0 0 は、R A M 2 0 2 0 から読み出したデータに対して、プログラムの命令列により指定された、本実施形態中に記載した各種の演算、情報の加工、条件判断、情報の検索・置換等を含む各種の処理を行い、R A M 2 0 2 0 へと書き戻す。例えば、C P U 2 0 0 0 は、条件判断を行う場合においては、本実施形態において示した各種の変数が、他の変数または定数と比較して、大きい、小さい、以上、以下、等しい等の条件を満たすかどうかを判断し、条件が成立した場合（または不成立であった場合）に、異なる命令列へと分岐し、またはサブルーチンを呼び出す。

30

【0117】

また、C P U 2 0 0 0 は、記憶装置内のファイルまたはデータベース等に格納された情報を検索することができる。例えば、第 1 属性の属性値に対し第 2 属性の属性値がそれぞれ対応付けられた複数のエントリが記憶装置に格納されている場合において、C P U 2 0 0 0 は、記憶装置に格納されている複数のエントリの中から第 1 属性の属性値が指定された条件と一致するエントリを検索し、そのエントリに格納されている第 2 属性の属性値を読み出すことにより、予め定められた条件を満たす第 1 属性に対応付けられた第 2 属性の属性値を得ることができる。

40

【0118】

以上に示したプログラムまたはモジュールは、外部の記録媒体に格納されてもよい。記録媒体としては、メモリカード 2 0 9 0 の他に、D V D、B l u - r a y (登録商標)、または C D 等の光学記録媒体、M O 等の光磁気記録媒体、テープ媒体、I C カード等の半導体メモリ等を用いることができる。また、専用通信ネットワークまたはインターネットに接続されたサーバシステムに設けたハードディスクまたは R A M 等の記憶装置を記録媒体として使用し、ネットワークを介してプログラムをコンピュータ 1 9 0 0 に提供してもよい。

【0119】

50

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

【0120】

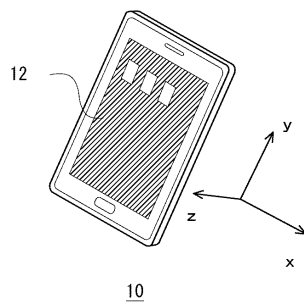
請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

【符号の説明】

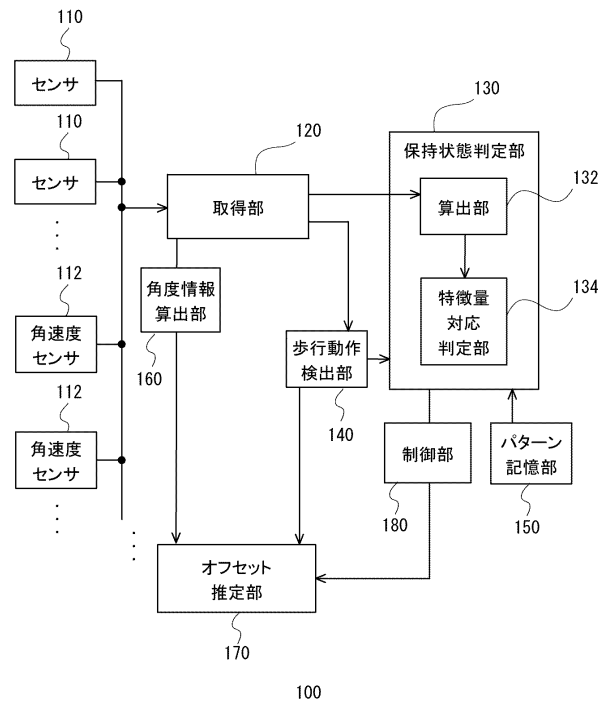
【0121】

10 携帯機器、12 表示部、100 オフセット推定装置、110 センサ、112 角速度センサ、120 取得部、130 保持状態判定部、132 算出部、134 特徴量対応判定部、140 歩行動作検出部、150 パターン記憶部、160 角度情報算出部、170 オフセット推定部、180 制御部、610 保持状態変化検知部、620 進行方向判定部、1900 コンピュータ、2000 CPU、2010 ROM、2020 RAM、2030 通信インターフェイス、2040 記憶部、2050 カードスロット、2060 入出力部、2070 入出力チップ、2075 グラフィック・コントローラ、2080 表示装置、2082 ホスト・コントローラ、2084 入出力コントローラ、2090 メモリカード、2095 コネクタ

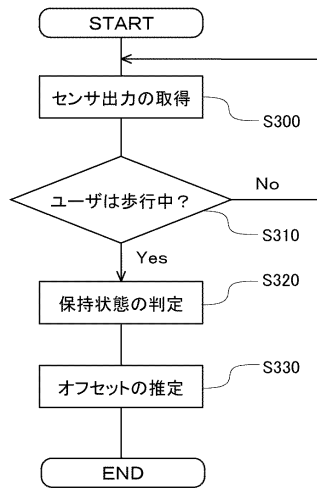
【図1】



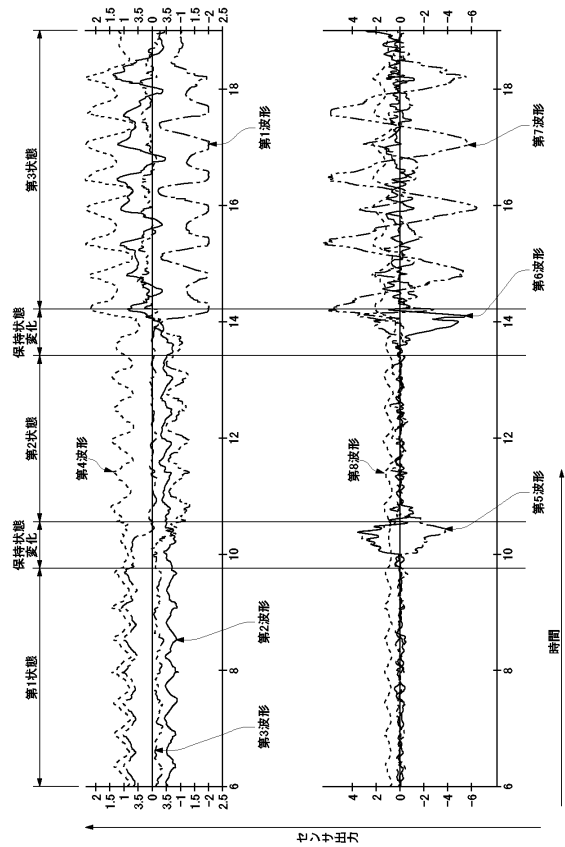
【図2】



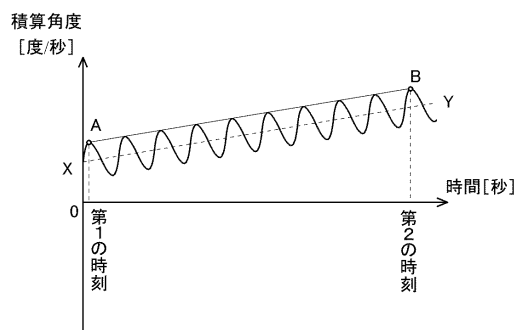
【図 3】



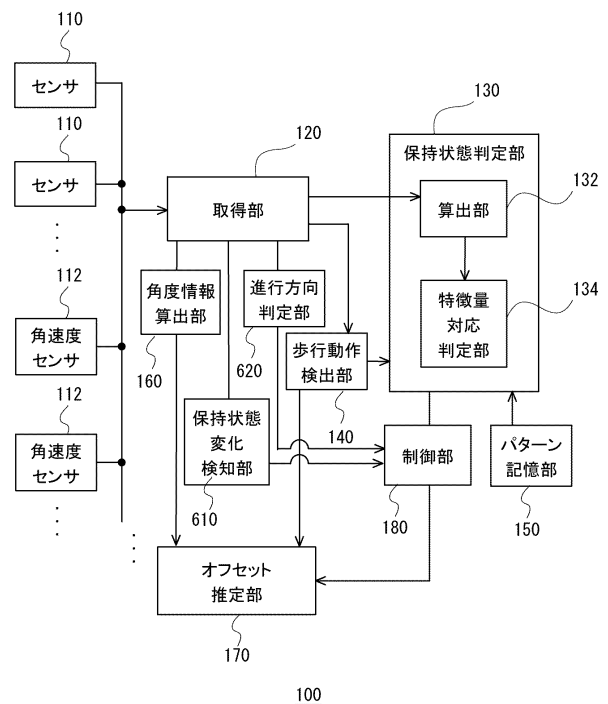
【図 4】



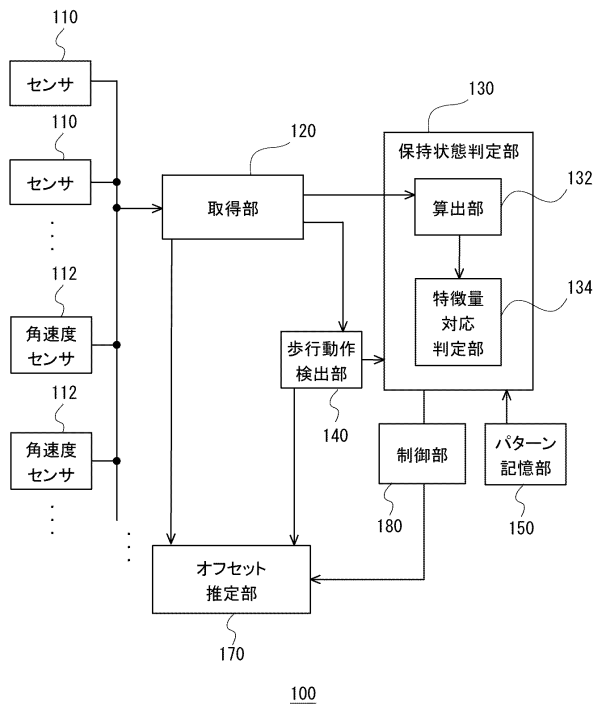
【図 5】



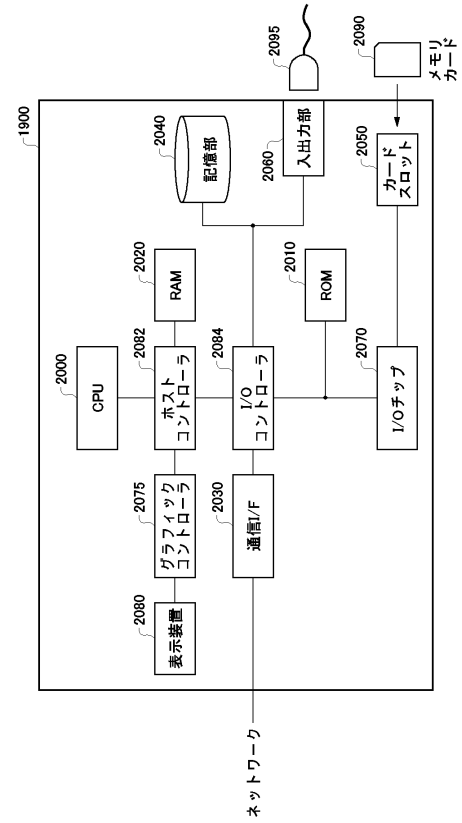
【图 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

審査官 梶田 真也

- (56)参考文献 特開2011-164227 (JP, A)
特開2007-278982 (JP, A)
特開平02-031108 (JP, A)
特開平10-122865 (JP, A)
特開2007-163297 (JP, A)
特開2012-215547 (JP, A)
特開平04-211230 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01C 19/00
G01C 21/00
H04M 1/00
H04M 1/725