

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6592245号
(P6592245)

(45) 発行日 令和1年10月16日(2019.10.16)

(24) 登録日 令和1年9月27日(2019.9.27)

(51) Int.Cl.		F I			
H04M	1/00	(2006.01)	H04M	1/00	R
G06F	3/01	(2006.01)	G06F	3/01	510
G01P	13/00	(2006.01)	G01P	13/00	E

請求項の数 9 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2015-2599 (P2015-2599)	(73) 特許権者	510337621
(22) 出願日	平成27年1月8日 (2015.1.8)		タタ コンサルタンシー サービス リミテッド
(65) 公開番号	特開2015-149713 (P2015-149713A)		TATA Consultancy Services Limited
(43) 公開日	平成27年8月20日 (2015.8.20)		インド国 マハーラシュトラ、ムンバイ
審査請求日	平成29年10月10日 (2017.10.10)		400021、ナリマン ポイント、ナーマル ビルディング 9階
(31) 優先権主張番号	117/MUM/2014		Nirmal Building, 9th Floor, Nariman Point, Mumbai 400021, Maharashtra, India.
(32) 優先日	平成26年1月13日 (2014.1.13)	(74) 代理人	100079108
(33) 優先権主張国・地域又は機関	インド (IN)		弁理士 稲葉 良幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モバイルデバイスにおけるユーザの動きの方向の推定

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モバイルデバイスにおいてユーザの動きの方向を推定する方法であって、
 前記モバイルデバイス内の慣性センサによって、前記モバイルデバイスの3本の軸に沿った加速度値を測定する工程と、
 前記加速度値から静的バイアスおよびノイズを除去して、前記モバイルデバイスの前記3本の軸に沿った補正済み加速度値を得る工程と、
 低域フィルタを用いて前記3本の軸に沿った前記補正済み加速度値をフィルタリングすることによって重力を評価し、前記モバイルデバイスの前記3本の軸のそれぞれに沿った前記重力の絶対値を計算し、前記重力の絶対値を前記3本の軸のそれぞれに沿った既定の許容値と比較して前記補正済み加速度値から重力成分を取り除くことに基づいて、重力の方向を決定する工程と、
 前記重力の方向にそれぞれ直交する2本の直交軸を含む、前記重力の方向に直交する平面を特定する工程と、
 ユーザの身体に対する前記モバイルデバイスの配置についてのユーザ入力、および前記2本の直交軸に沿った前記補正済み加速度値の時間に関する積分に基づいて、前記2本の直交軸のそれぞれに沿った変位値を評価する工程と、
 前記2本の直交軸に沿った前記変位値の比に基づいて前記ユーザの動きの方向を推定する工程とを含み、
 前記変位値は、

10

20

前記ユーザの身体に対する前記モバイルデバイスの配置に関する前記ユーザ入力に基づいて前記補正済み加速度値を所定値によってスケーリングして、スケーリング済みの加速度値を得ることであって、前記所定値は、前記ユーザの動きの軸に沿って、前記モバイルデバイスが前記ユーザの身体の上半身に配置されている場合には - 1 であり、前記モバイルデバイスが前記ユーザの身体の下半身に配置されている場合には + 1 であることと、

前記モバイルデバイスの 3 本の軸に沿った、補正およびスケーリング済みの加速度値を、時間に関して積分して、前記平面の前記 2 本の直交軸のそれぞれに沿った前記変位値を評価することと、

によって評価される、方法。

【請求項 2】

前記加速度値が、所定の期間を有する複数の時間ウィンドウで測定される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記既定の許容値が、22%である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

ユーザの動きの方向を推定するモバイルデバイスであって、
プロセッサと、

前記モバイルデバイスの 3 本の軸に沿った加速度値を測定するために、前記ユーザの動きに基づいて加速度信号を捉える慣性センサと、

前記プロセッサに結合された方向推定モジュールであり、

低域フィルタを用いて前記 3 本の軸に沿った補正済み加速度値をフィルタリングすることによって重力を評価し、前記モバイルデバイスの前記 3 本の軸のそれぞれに沿った前記重力の絶対値を計算し、前記重力の絶対値を前記 3 本の軸のそれぞれに沿った既定の許容値と比較して前記補正済み加速度値から重力成分を取り除くことに基づいて、重力の方向を決定し、前記補正済み加速度値は、測定された前記加速度値から静的バイアスおよびノイズを除去することによって取得され、

前記重力の方向にそれぞれ直交する 2 本の直交軸を含む、前記重力の方向に直交する平面を特定し、

ユーザの身体に対する前記モバイルデバイスの配置についてのユーザ入力、および前記 2 本の直交軸に沿った前記加速度値の時間に関する積分に基づいて前記 2 本の直交軸に沿った変位値を評価し、

前記 2 本の直交軸に沿った前記変位値の比に基づいて前記ユーザの動きの方向を推定する、

方向推定モジュールとを備え、

前記変位値は、

前記ユーザの身体に対する前記モバイルデバイスの配置に関する前記ユーザ入力に基づいて前記補正済み加速度値を所定値によってスケーリングして、スケーリング済みの加速度値を得ることであって、前記所定値は、前記ユーザの動きの軸に沿って、前記モバイルデバイスが前記ユーザの身体の上半身に配置されている場合には - 1 であり、前記モバイルデバイスが前記ユーザの身体の下半身に配置されている場合には + 1 である、
ことと、

前記モバイルデバイスの 3 本の軸に沿った、補正およびスケーリング済みの加速度値を、時間に関して積分して、前記平面の前記 2 本の直交軸のそれぞれに沿った前記変位値を評価することと、

によって評価される、モバイルデバイス。

【請求項 5】

前記慣性センサが、加速度計である、請求項 4 に記載のモバイルデバイス。

【請求項 6】

前記慣性センサが、前記加速度信号を、所定の期間を有する複数の時間ウィンドウにおいてデータストリームとして捉える、請求項 4 に記載のモバイルデバイス。

10

20

30

40

50

【請求項 7】

前記プロセッサに結合された、前記加速度値から前記静的バイアスを除去するバイアス除去モジュールをさらに備える、請求項 4 に記載のモバイルデバイス。

【請求項 8】

前記プロセッサに結合された、前記加速度信号から得られる前記加速度値から前記ノイズを除去するノイズ除去モジュールをさらに備える、請求項 4 に記載のモバイルデバイス。

【請求項 9】

実行されたときに、モバイルデバイスに、

前記モバイルデバイス内の慣性センサによって、前記モバイルデバイスの 3 本の軸に沿った加速度値を測定する工程と、

前記加速度値から静的バイアスおよびノイズを除去して、前記モバイルデバイスの前記 3 本の軸に沿った補正済み加速度値を得る工程と、

低域フィルタを用いて前記 3 本の軸に沿った前記補正済み加速度値をフィルタリングすることによって重力を評価し、前記モバイルデバイスの前記 3 本の軸のそれぞれに沿った前記重力の絶対値を計算し、前記重力の絶対値を前記 3 本の軸のそれぞれに沿った既定の許容値と比較して前記補正済み加速度値から重力成分を取り除くことに基づいて、重力の方向を決定する工程と、

前記重力の方向にそれぞれ直交する 2 本の直交軸を含む、前記重力の方向に直交する平面を特定する工程と、

ユーザの身体に対する前記モバイルデバイスの配置についてのユーザ入力、および前記 2 本の直交軸に沿った前記補正済み加速度値の時間に関する積分に基づいて、前記 2 本の直交軸のそれぞれに沿った変位値を評価する工程と、

前記 2 本の直交軸に沿った前記変位値の比に基づいて前記ユーザの動きの方向を推定する工程とを実行させる 1 組のコンピュータ可読命令を有し、

前記変位値は、

前記ユーザの身体に対する前記モバイルデバイスの配置に関する前記ユーザ入力に基づいて前記補正済み加速度値を所定値によってスケールリングして、スケールリング済みの加速度値を得ることであって、前記所定値は、前記ユーザの動きの軸に沿って、前記モバイルデバイスが前記ユーザの身体の上半身に配置されている場合には - 1 であり、前記モバイルデバイスが前記ユーザの身体の下半身に配置されている場合には + 1 である、

前記モバイルデバイスの 3 本の軸に沿った、補正およびスケールリング済みの加速度値を、時間に関して積分して、前記平面の前記 2 本の直交軸のそれぞれに沿った前記変位値を評価することと、

によって評価される、コンピュータ可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001] 本発明は、一般に、個人の動きの方向の推定に関し、特に、モバイルデバイスにおけるユーザの動きの方向の推定に関する（ただしこれに限定されるわけではない）。

【背景技術】

【0002】

[0002] ユビキタスコンピューティングに向かう傾向の中で、コンテキストウェアネスは、ユーザの動きの方向の推定に基づく個人の位置特定を伴う応用分野で重要な要素になりつつある。例えばスマートフォンまたはその他の同様のモバイルデバイスを使用した個人の動きの方向の推定では、埋込み型の、全世界測位システム（GPS）、および/または例えば加速度計などの慣性センサを利用する。

【発明の概要】

【0003】

[0003] 添付の図面を参照して、詳細に説明する。これらの図面において、参照番号の頭の1つまたは複数の数字は、その参照番号が最初に記される図面を示している。全ての図面を通じて、同じ特徴および構成要素は、同じ番号を使用して示す。

【図面の簡単な説明】

【0004】

【図1(a)】[0004]本主題の実施形態による、ユーザの動きの方向を推定するモバイルデバイスを示す図である。

【図1(b)】[0005]本主題の実施形態による、モバイルデバイスの3本の軸を示す図である。

【図2】[0006]本主題の実施形態による、モバイルデバイス上のユーザの動きの方向を推定する方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0005】

[0007] 当業者なら、本明細書のあらゆるブロック図は、本主題の原理を実施する例示的なシステムを示す概念的な図であることを理解されたい。同様に、あらゆるフローチャート、流れ図、状態遷移図、擬似コードなども、コンピュータ可読媒体中に実質的に表現することができ、コンピューティングデバイスまたはプロセッサが明示的に示されているか否かに関わらずコンピューティングデバイスまたはプロセッサによって実質的に実行することができる様々なプロセスを表現していることも理解されたい。

【0006】

[0008] 個人の動きの方向を推定する従来の方法では、埋込み型のGPSおよび例えば加速度計などの慣性センサを利用する。しかし、GPSによって得られる個人の動きの方向に関する情報は、衛星から直接見える特定の屋外環境でしか信頼できない。慣性センサのデータは、一般にノイズが多く、正確な位置情報を得ることができない。

【0007】

[0009] 歩行者ナビゲーションシステムは、慣性センサを使用して歩行者の動きの方向を推定および監視する従来システムである。歩行者ナビゲーションシステムでは、歩行者の動きの方向は、歩行者が移動する一步一步の集積に基づいて推定する。ステップ検出は、通常は、慣性センサデータのピーク検出に依拠するが、慣性センサデータは、ノイズおよびその他の無関係の動きに敏感であり、高い割合で偽陽性が生じる。さらに、歩行者ナビゲーションシステムは、追跡を行うのに、ユーザの身体上に配置された専用慣性センサデバイスに依拠している。

【0008】

[0010] 近年、特定の改良された歩行者ナビゲーション方法では、歩行者の動きの方向を推定するのに、加速度計を備えたスマートフォンなど、広く入手できるモバイルデバイスを活用するようになっている。しかし、このような歩行者ナビゲーションシステムをスマートフォン上で実施すると、重要な問題にぶつかる。例えば、歩行者が歩いているときには、手やポケットの中などスマートフォンの位置が、センサの読みに影響を及ぼす可能性がある。これにより、スマートフォンの位置によって検出の信頼性が低くなる可能性がある。さらに、スマートフォンに組み込まれた加速度計のデータは、ノイズが多すぎるので、歩行者の位置特定が不正確になる。

【0009】

[0011] 本主題では、ユーザの動きの方向を推定するモバイルデバイス、およびそのモバイルデバイスにおいてユーザの動きの方向を推定する方法について述べる。

【0010】

[0012] 本明細書で述べるモバイルデバイスとしては、慣性センサを備えるスマートフォン、携帯情報端末(PDA)、タブレットコンピュータあるいはその他の携帯可能または手持ち型のコンピューティングデバイスが挙げられる。慣性センサとしては、ユーザの加速に基づく移動または動きを測定するために使用される加速度計が挙げられる。微小電気機械システム(MEMS)技術によって、モバイルデバイスに組み込まれる大きさの慣性

10

20

30

40

50

センサの製造が可能になっている。このような慣性センサは、コストが低く、電力消費が少ない。本主題の状況では、ユーザは、モバイルデバイスを手に持って、あるいはシャツのポケット、ズボンのポケット、腰ポケットまたは腰に付けた電話ホルダに入れて持ち運んで歩行／移動している個人とすることができる。

【 0 0 1 1 】

[0013] 本主題の一実施形態によれば、モバイルデバイスの3本の軸に沿った加速度値を、モバイルデバイス内の慣性センサによって測定する。一実施態様では、加速度値の測定のために、ユーザの動きを表す加速度信号を、データストリームの形態で慣性センサが捉える。慣性センサからの加速度信号のデータストリームは、所定の期間を有する複数の時間ウィンドウに分割される。その後、時間ウィンドウごとに加速度信号を処理して、加速度値を得る。慣性センサが取り込んだ加速度信号は、一般にノイズが多すぎ、また、モバイルデバイスが静止しているときには静的バイアスも含んでいる可能性がある。したがって、測定加速度値は、この実施形態では、さらに処理を行う前に静的バイアスおよびノイズを除去することによって補正する。この補正は、モバイルデバイスの3本の軸全てに沿って得られた加速度値について行われることは明らかである。

10

【 0 0 1 2 】

[0014] 静的バイアスおよびノイズを除去した後で得られた加速度値は、以下、補正済み加速度値と呼ぶ。次いで、これらの補正済み加速度値を使用して、重力の方向を決定する。重力の方向の決定は、低域フィルタを用いて補正済み加速度値をフィルタリングすることによって行う。これにより、重力成分を加速度値から取り除く。本明細書で言及する重力成分とは、3本の軸に沿った重力による加速度値の寄与分を指す。

20

【 0 0 1 3 】

[0015] 重力成分を決定することにより、重力およびその方向をさらに決定することができるように、それにより重力の方向に直交する平面を決定することができるようになる。この平面は、重力の方向に直交する2本の軸を含む。これらの軸は、以下、直交軸と呼ぶ。

【 0 0 1 4 】

[0016] 平面の2本の直交軸を決定した後で、2本の直交軸それぞれに沿った変位の値を決定する。ある実施態様では、変位値の決定は、モバイルデバイスがユーザの身体に対して配置される位置に依存する。この依存性は、個人の歩き方の観察に基づいて決定されている。観察によれば、歩行中に、個人の足は、地面を後方に蹴る。これが、個人を前進させる反力を生み出す。しかし、この反力は、身体の下半身で感じられるものである。したがって、慣性センサは、身体の下半身と接触しているときには、前方への力を受ける。一方、身体の下半身によって引き起こされるこの動きによって引っ張られる身体の上半身は、後方への慣性力を感じる。個人の身体は、一歩進むごとにいったん停止するので、このプロセスが繰り返される。このように、身体の上半身で観察される力は、真の動きの方向に対して反対になる。

30

【 0 0 1 5 】

[0017] したがって、携帯電話が、例えばシャツのポケットやウエストポーチの中など身体の上半身に配置されている場合、あるいはズボンのポケットの中など身体の下半身に配置されている場合には、ユーザの身体に対するモバイルデバイスの位置が、変位値に影響を及ぼすことになる。したがって、モバイルデバイスの位置が変位値に与える大小の影響を打ち消すために、また真の変位値を計算するために、ユーザの身体に対するモバイルデバイスの配置に関するユーザ入力を受け取り、次いで動きの軸に沿って、加速度値に対して所定値によるスケールリングを行う。ある実施態様では、この所定値は+1および-1である。この実施態様では、携帯電話が、例えば頭から腰までなどユーザの上半身に近いところに配置されている場合には、動きの軸に沿って、各補正済み加速度値に値-1を乗算し、例えば腰より下などユーザの下半身に近いところに配置されている場合には、動きの軸に沿って、補正済み加速度値に値1を乗算して、加速度値をスケールリングする。

40

【 0 0 1 6 】

50

[0018] さらに、ある実施態様では、変位値の決定は、時間に関してモバイルデバイスの3本の軸に沿った補正済み加速度値の積分に基づく。この実施態様では、加速度値を時間に関して積分して速度値を得、次いで、これらの速度値を時間に関して積分して、平面の2本の直交軸のそれぞれに沿った変位値を得る。2本の直交軸に沿った変位値の比が、ユーザの動きの方向を与える。

【0017】

[0019] 上述のように、モバイルデバイスおよび本主題による方法は、加速度計データを処理して、ノイズおよび静的バイアスを解消し、加速度計データを処理してスケールリングした後で得られた変位値に依拠して、ユーザの動きの方向を特定または推定する。したがって、推定した動きの方向には誤差がなく、モバイルデバイスがユーザの身体に対してどこに配置されているかにかかわらず、正確に推定を行うことができる。この推定した動きの方向は、ユーザの屋内または屋外の位置特定を必要とする様々なアプリケーションで、入力として利用することができる。

【0018】

[0020] モバイルデバイスおよび方法を実施する方法を、図1および図2を参照して詳細に説明する。記載する方法の特徴は、慣性センサを備えた、任意数の様々な携帯可能または手持ち型のコンピューティングデバイスおよび/または通信デバイスで実施することができる。

【0019】

[0021] 図1(a)は、本主題の実施態様による、ユーザの動きの方向を推定するモバイルデバイス100を示す図である。1実施態様では、モバイルデバイス100は、慣性センサ112を有するデバイスであり、ユーザが歩行中に持ち運ぶことができるデバイスである。モバイルデバイス100としては、スマートフォン、あるいは慣性センサを備えた携帯可能または手持ち型のコンピューティングデバイスおよび/または通信デバイスなどが挙げられる。ユーザは、モバイルデバイス100を自分の手に持っていてよいし、ポケットまたは鞆に入れていてもよいし、あるいは結合手段を用いて身に付けていてもよい。

【0020】

[0022] 1実施態様では、モバイルデバイス100は、1つまたは複数のプロセッサ102を含む。1つまたは複数のプロセッサ102は、1つあるいは複数のマイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ、中央処理装置、状態機械、論理回路、および/または操作命令に基づいて信号を操作する任意のデバイスとして実装することができる。特に、1つまたは複数のプロセッサ102は、メモリに格納されたコンピュータ可読命令をフェッチして実行するように構成される。

【0021】

[0023] モバイルデバイス100は、さらに、1つまたは複数のインタフェース104を含む。1つまたは複数のインタフェース104としては、モバイルデバイス100が、サーバ、データソースおよび外部リポジトリなど他のデバイスと通信することを可能にする、機械可読命令に基づくハードウェア型の様々なインタフェースが挙げられる。さらに、1つまたは複数のインタフェース104は、モバイルデバイス100が、通信ネットワークを介してネットワークエンティティなど他の通信デバイスと通信することを可能にすることもできる。

【0022】

[0024] さらに、モバイルデバイス100は、メモリ106を含む。メモリ106は、1つまたは複数のプロセッサ102に結合することができる。メモリ106としては、例えばスタティックランダムアクセスメモリ(SRAM)およびダイナミックランダムアクセスメモリ(DRAM)などの揮発性メモリ、ならびに/あるいは読取り専用メモリ(ROM)、消去可能読取り専用メモリ(ROM)、消去可能プログラム可能ROM、フラッシュメモリ、ハードディスク、光ディスクおよび磁気テープなどの不揮発性メモリなど、当技術分野で既知の任意のコンピュータ可読媒体を挙げることができる。

【 0 0 2 3 】

[0025] さらに、モバイルデバイス 1 0 0 は、1 つまたは複数のモジュール 1 0 8、およびデータ 1 1 0 を含む。1 つまたは複数のモジュール 1 0 8 およびデータ 1 1 0 は、1 つまたは複数のプロセッサ 1 0 2 に結合することができる。特に、1 つまたは複数のモジュール 1 0 8 は、特定のタスクを実行する、または特定の抽象データ型を実施するルーチン、プログラム、オブジェクト、構成要素、データ構造などを含む。また、1 つまたは複数のモジュール 1 0 8 は、1 つまたは複数の信号プロセッサ、1 つまたは複数の状態機械、論理回路、ならびに / あるいは操作命令に基づいて信号を操作する任意のその他のデバイスまたは構成要素として実装することもできる。データ 1 1 0 は、特に、1 つまたは複数のモジュール 1 0 8 がフェッチ、処理、受信または生成することができるデータを格納するリポジトリとして機能する。データ 1 1 0 は、モバイルデバイス 1 0 0 の内部に示してあるが、モバイルデバイス 1 0 0 に結合することができる外部リポジトリ（図示せず）内にあってもよいことを理解されたい。モバイルデバイス 1 0 0 は、1 つまたは複数のインタフェース 1 0 4 を介して外部リポジトリと通信することができる。

10

【 0 0 2 4 】

[0026] さらに、1 つまたは複数のモジュール 1 0 8 は、ハードウェアとして実装してもよいし、処理ユニットによって実行される命令として実施してもよいし、あるいはそれらの組合せとして実装してもよい。処理ユニットは、コンピュータ、プロセッサ、状態機械、論理アレイ、または命令を処理することができるその他の任意の適当なデバイスを含むことができる。処理ユニットは、汎用プロセッサにタスクを実行させる命令を実行する汎用プロセッサであってもよいし、あるいは必要な機能を実行するための専用のユニットであってもよい。本主題の別の態様では、1 つまたは複数のモジュール 1 0 8 は、プロセッサ / 処理ユニットによって実行されたときに所望の機能のいずれかを実行する機械可読命令（ソフトウェア）とすることもできる。機械可読命令は、電子メモリデバイス、ハードディスク、光ディスク、あるいはその他の機械可読記憶媒体または非一時的媒体に格納することができる。ある実施態様では、機械可読命令は、ネットワーク接続を介して記憶媒体にダウンロードしてもよい。

20

【 0 0 2 5 】

[0027] ある実施態様では、1 つまたは複数のモジュール 1 0 8 は、静的バイアス推定モジュール 1 1 4、バイアス除去モジュール 1 1 6、ノイズ除去モジュール 1 1 8、方向推定モジュール 1 2 0、および 1 つまたは複数のその他のモジュール 1 2 2 を含む。1 つまたは複数のその他のモジュール 1 2 2 は、モバイルデバイス 1 0 0 が実行するアプリケーションまたは機能を補足するプログラムまたはコード化命令を含むことができる。この実施態様では、データ 1 1 0 は、静的バイアス 1 2 4、加速度値 1 2 6、補正済み加速度値 1 2 8、配置情報 1 3 0、変位値 1 3 2、方向情報 1 3 4、およびその他のデータ 1 3 6 を含む。その他のデータ 1 3 6 は、特に、1 つまたは複数のモジュール 1 0 8 のうちの 1 つまたは複数の実行の結果として処理、受信または生成されるデータを格納するリポジトリとして機能することができる。

30

【 0 0 2 6 】

[0028] 以下の説明では、ユーザによって実行される、モバイルデバイス 1 0 0 におけるユーザの動きの方向の推定について述べる。1 実施態様では、ユーザの歩行中に、モバイルデバイス 1 0 0 内の慣性センサ 1 1 2 は、ユーザの動きを検出して、そのユーザの動きに対応する加速度信号のデータストリームを生成する。

40

【 0 0 2 7 】

[0029] ある実施態様では、加速度信号のデータストリームは、例えば 2 ~ 3 秒など所定の期間を有する時間ウィンドウについて得ることができ、これらの加速度信号を使用して、既知の方法を用いて慣性センサ 1 1 2 が捉えた加速度信号からモバイルデバイス 1 0 0 の 3 本の軸に沿った加速度値を測定する。モバイルデバイス 1 0 0 のこれらの 3 本の軸を、図 1 (b) に示す。図 1 (b) に示すように、モバイルデバイス 1 0 0 の 3 本の軸は、「 x 」軸、「 y 」軸および「 z 」軸を含む。3 本の軸全てに沿って、加速度値が得られる

50

。したがって、このようにして得られた加速度値は、データ 1 1 0 内に加速度値 1 2 6 と
して格納することができる。

【 0 0 2 8 】

[0030] 次いで、測定加速度値を、バイアス除去モジュール 1 1 6 およびノイズ除去モジ
ュール 1 1 8 が、測定加速度値から静的バイアスおよびノイズを除去することに基づいて
補正する。静的バイアスの除去では、最初に、モバイルデバイス 1 0 0 についての静的バ
イアスを、静的バイアス推定モジュール 1 1 4 によって推定する。静的バイアス推定モジ
ュール 1 1 4 は、モバイルデバイス 1 0 0 が静止しているときに、モバイルデバイス 1 0
0 の 3 本の軸全てに沿った加速度値を取得する。モバイルデバイス 1 0 0 が静止してい
るので、以下に数式 (1) として示す運動方程式によれば、変位はゼロに等しい。

10

【 0 0 2 9 】

【数 1】

$$S = ut + \frac{1}{2}at^2 = 0 \quad \dots (1)$$

ここで、S = 変位、

u = 速度、

t = 時間、および

a = 加速度である。

【 0 0 3 0 】

20

[0031] モバイルデバイス 1 0 0 が静止しているときには速度「u」がゼロであるので、
全ての瞬間において、進行する全距離 S は、

【 0 0 3 1 】

【数 2】

$$S = \frac{1}{2}at^2 = 0$$

であり、

【 0 0 3 2 】

【数 3】

30

$$\frac{1}{2}at^2 - S = 0$$

となる。ここで、一定のバイアス「b」を考え、「a」を「b」で置換すると、以下の式
が得られる。

【 0 0 3 3 】

【数 4】

$$\frac{1}{2}bt^2 - S = 0 \quad \dots (2)$$

40

【 0 0 3 4 】

[0032] 上記の数式 (2) を、モバイルデバイス 1 0 0 の 3 本全ての軸について独立して
使用して、既知の最小 2 乗推定技術に従って静的バイアス「b_x」、「b_y」および「b_z」
を推定する。ある実施態様では、静的バイアス推定モジュール 1 1 4 は、これらの推
定静的バイアス値を、データ 1 1 0 内に静的バイアス 1 2 4 として格納する。次いで、バ
イアス除去モジュール 1 1 6 が、測定加速度値から 3 本の軸についての推定静的バイアス
を減算して、静的バイアスを除去する。

【 0 0 3 5 】

[0033] 静的バイアスを除去した後で、ノイズ除去モジュール 1 1 8 が、ノイズフロアの
所定の範囲内の全ての測定加速度値を生成することに基づいて測定加速度値からノイズを

50

除去する。ある実施態様では、このノイズフロアの所定の範囲は、 ± 0.012 である。上記のように、静的バイアスおよびノイズが除去された加速度値を、本明細書全体を通じて、補正済み加速度値と呼ぶ。ある実施態様では、補正済み加速度値は、データ110内に補正済み加速度値128として格納される。

【0036】

[0034] 静的バイアスおよびノイズを除去した後で、方向推定モジュール120が、ユーザの動きの方向を推定する。動きの方向の推定では、方向推定モジュール120は、従来の低域フィルタを用いて3本の軸に沿った補正済み加速度値をフィルタリングすることによって重力を評価し、重力の絶対値を計算し、この重力の絶対値を各軸に沿った既定の許容値と比較して加速度値から重力成分を取り除くことに基づいて重力の方向を決定する。

10

1実施態様では、既定の許容値は22%である。この実施態様では、ある軸に沿った重力の絶対値が22%未満である場合、すなわち許容値未満である場合には、この軸に沿った重力成分を無視する、または取り除く。絶対重力を決定することにより、重力の方向に直交する平面を決定することができる。この平面は、重力の方向に直交する2本の直交軸を含む。

【0037】

[0035] その後、方向推定モジュール120は、これら2本の直交軸に沿った変位値を評価する。この評価は、ユーザの身体に対するモバイルデバイス100の配置についてのユーザ入力を受信することに基づく。例えば、モバイルデバイス100は、シャツのポケット、ズボンのポケット、または腰のポケット/ユーザの腰に付けられた電話ホルダの中に配置されている可能性がある。1つの例では、ユーザが、ユーザの身体に対するモバイルデバイス100の配置についてのユーザ入力を提供することができる。方向推定モジュール120は、このユーザ入力を、データ110内には配置情報130として格納することができる。モバイルデバイス100の配置が変化した場合には、更新されたユーザ入力を受信し、それによって配置情報130を更新することができる。

20

【0038】

[0036] ユーザの身体に対するモバイルデバイス100の配置に応じて、方向推定モジュール120は、動きの軸に沿って、値 $+1/-1$ による加速度値のスケーリングを実行する。前述のように、方向推定モジュール120は、モバイルデバイス100が例えば頭から腰までなどユーザの上半身に配置されている場合には、加速度値を -1 によってスケーリングし、すなわち加速度値に -1 を乗算し、例えば腰より下などユーザの下半身に配置されている場合には、加速度値を $+1$ によってスケーリングする。

30

【0039】

[0037] スケーリングの後で、方向推定モジュール120は、これらの加速度値を、すなわちモバイルデバイス100の3本の軸に沿った補正およびスケーリング済みの加速度値を、時間に関して積分する。加速度値を時間に関して積分して速度値を得、さらに速度値を時間に関して積分して、平面の2本の直交軸に沿った変位値を得る。1実施態様では、方向推定モジュール120は、この評価した変位値を、データ110内に変位値132として格納する。

【0040】

40

[0038] 次いで、方向推定モジュール120は、これらの変位値の比を計算して、ユーザの動きの方向を推定する。動きの方向は、ユーザの身体が重力の方向に直交する平面の直交軸に対してなす角度として推定される。1実施態様では、方向推定モジュール120は、以下の数式(3)を使用して、ユーザの動きの方向を推定する。1実施態様では、方向推定モジュール120は、この推定した動きの方向を、データ110内に方向情報134として格納する。

【0041】

【数 5】

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{D_x}{D_y} \right) \quad \dots (3)$$

ここで、 θ = 地面の平面に対する動きの方向、

D_x = 第 1 の直交軸に沿った変位値、

D_y = 第 2 の直交軸に沿った変位値である。

【0042】

[0039] 上記の数式(3)によって推定された動きの方向は、生の加速度値を用いて推定した場合と比較して、比較的誤差がない。

10

【0043】

[0040] 図 2 は、モバイルデバイスにおいてユーザの動きの方向を推定する方法 200 を示す図である。方法 200 は、モバイルデバイス 100 で実施される。方法 200 を説明する順序は、限定的なものとして解釈すべきものではなく、記載する方法ブロックのうちの任意数のブロックを任意の順序で組み合わせて、方法 200 または任意の代替方法を実施することができる。さらに、本明細書に記載する本主題の主旨および範囲を逸脱することなく、個々のブロックを方法 200 から削除することもできる。さらに、方法 200 は、任意の適当なハードウェアで実施することができる。

【0044】

20

[0041] 方法 200 は、コンピュータ実行可能命令の一般的な文脈で説明することもできる。一般に、コンピュータ実行可能命令は、特定の機能を実行する、または特定の抽象データ型を実施するルーチン、プログラム、オブジェクト、構成要素、データ構造、手続き、モジュール、機能などを含むことができる。さらに、方法 200 は、慣性センサを有する任意のモバイルデバイスで実施することができるが、図 2 に示す例では、方法 200 は、説明を容易にするために、前述のモバイルデバイス 100 の文脈で説明する。

【0045】

[0042] 図 2 を参照すると、ブロック 202 で、モバイルデバイス 100 内の慣性センサ 112 が、モバイルデバイス 100 の 3 本の軸に沿った加速度値を測定する。これらの加速度値は、従来の方法を用いて慣性センサが捉えた加速度信号から、モバイルデバイス 100 の 3 本の軸に沿って測定される。1 実施態様では、ユーザの動きを表す加速度信号は、データストリームの形態で慣性センサ 112 によって捉えられる。慣性センサ 112 からの加速度信号のデータストリームは、所定の期間を有する複数の時間ウィンドウに分割される。次いで、時間ウィンドウごとに、加速度信号を処理する。したがって、加速度信号に対応する得られた加速度値は、時間ウィンドウに応じて 1 つ 1 つ処理される。

30

【0046】

[0043] ブロック 204 で、測定加速度値から静的バイアスおよびノイズを除去して、補正済み加速度値を得る。既知のように、加速度計が捉える加速度信号はノイズが多すぎ、またモバイルデバイスが静止しているときには静的バイアスも含み、測定加速度値が不正確になる可能性がある。したがって、測定加速度値を、さらに処理する前に、方法 200

40

【0047】

[0044] ブロック 206 で、補正済み加速度値に基づいて、重力の方向を決定する。重力の方向は、従来の低域フィルタを用いて 3 本の軸に沿った補正済み加速度値をフィルタリングすることによって重力を評価し、重力の絶対値を計算し、この重力の絶対値を各軸に沿った既定の許容値と比較して加速度値から重力成分を取り除くことに基づいて決定される。1 実施態様では、既定の許容値は 22% である。この実施態様では、ある軸に沿った重力の絶対値が 22% 未満である場合、すなわち許容値未満である場合には、この軸に沿った重力成分を無視する、または取り除く。

【0048】

50

[0045] ブロック 208 で、モバイルデバイスの回転行列を用いて、重力の方向に直交する平面を決定する。この平面は、例えば「x」軸および「y」軸など、2本の直交軸を含む。「x」軸および「y」軸は、両方とも重力の方向に直交する。

【0049】

[0046] ブロック 210 で、平面の2本の直交軸に沿った変位値を、ユーザの身体に対するモバイルデバイスの配置についてのユーザ入力と、補正済み加速度値の時間に関する積分とに基づいて評価する。1実施態様では、ユーザの身体に対するモバイルデバイスの配置によっては、加速度値を +1 / -1 によってスケールする工程を実行する。この実施態様によれば、ユーザの動きの軸に沿って、モバイルデバイス 100 が例えば頭から腰までなどユーザの上半身に配置されている場合には、加速度値を -1 によってスケールし、例えば腰より下などユーザの下半身に配置されている場合には、加速度値を +1 によってスケールする。

10

【0050】

[0047] スケールした後で、これらの加速度値、すなわち補正およびスケール済みの加速度値を、時間に関して積分する。加速度値を時間に関して積分して速度値を得、さらに速度値を時間に関して積分して、平面の2本の直交軸に沿った変位値を得る。

【0051】

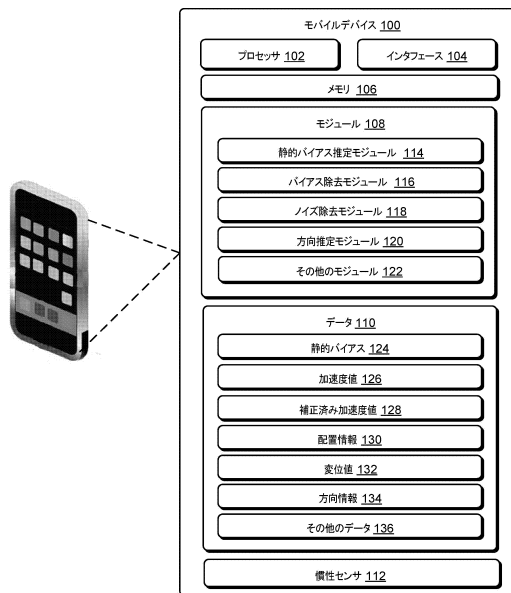
[0048] ブロック 212 で、直前の方法ブロックで評価した変位値の比に基づいて、ユーザの動きの方向を推定する。

【0052】

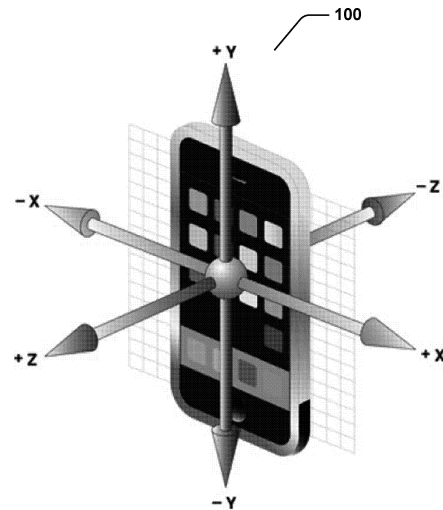
20

[0049] ユーザの動きの方向を推定するモバイルデバイスおよびモバイルデバイスにおいてユーザの動きの方向を推定する方法の様々な実施態様について述べたが、本主題は、記載したこれらの具体的な特徴または方法に必ずしも限定されないことを理解されたい。これらの具体的な特徴および方法は、モバイルデバイスにおけるユーザの動きの方向の推定の実施態様例として開示したものである。

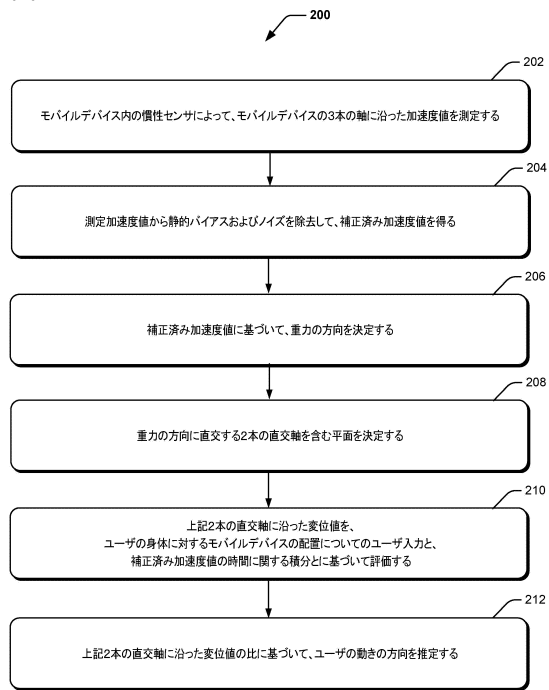
【図1(a)】



【図1(b)】



【図 2】



フロントページの続き

- (74)代理人 100109346
弁理士 大貫 敏史
- (74)代理人 100117189
弁理士 江口 昭彦
- (74)代理人 100134120
弁理士 内藤 和彦
- (72)発明者 ゴーシュ, アヴィック
インド国, コルカタ ウエスト ベンガル - 7 0 0 1 5 6 , ラジャハット, ニュー タウン, プロ
ット - トゥーエフ / 1 2 , エコスペース, ビルディング 1 ビー, タタ コンサルタンシー サー
ビシズ
- (72)発明者 クマール, アビナブ
インド国, コルカタ ウエスト ベンガル - 7 0 0 1 5 6 , ラジャハット, ニュー タウン, プロ
ット - トゥーエフ / 1 2 , エコスペース, ビルディング 1 ビー, タタ コンサルタンシー サー
ビシズ
- (72)発明者 ボウミック, チラブラタ
インド国, コルカタ ウエスト ベンガル - 7 0 0 1 5 6 , ラジャハット, ニュー タウン, プロ
ット - トゥーエフ / 1 2 , エコスペース, ビルディング 1 ビー, タタ コンサルタンシー サー
ビシズ
- (72)発明者 パル, アルバン
インド国, コルカタ ウエスト ベンガル - 7 0 0 1 5 6 , ラジャハット, ニュー タウン, プロ
ット - トゥーエフ / 1 2 , エコスペース, ビルディング 1 ビー, タタ コンサルタンシー サー
ビシズ

審査官 加内 慎也

- (56)参考文献 特開 2 0 1 3 - 1 6 0 6 5 7 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 1 0 7 9 9 2 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 1 1 7 5 3 4 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 3 1 1 1 3 3 (U S , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 0 5 4 8 3 4 (U S , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 1 6 1 2 7 1 (U S , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 2 5 9 5 7 8 (U S , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 1 6 4 2 1 9 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 M 1 / 0 0
G 0 1 P 1 3 / 0 0
G 0 6 F 3 / 0 1