

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-203760

(P2017-203760A)

(43) 公開日 平成29年11月16日(2017.11.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 C 19/00 (2013.01)	G O 1 C 19/00	Z 2 F 0 6 9
A 6 3 B 69/00 (2006.01)	A 6 3 B 69/00	C 2 F 1 0 5
G O 1 B 21/22 (2006.01)	G O 1 B 21/22	

審査請求 未請求 請求項の数 4 書面 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2016-105655 (P2016-105655)	(71) 出願人	501369868
(22) 出願日	平成28年5月11日 (2016.5.11)	木村 岳	
		神奈川県川崎市川崎区元木1-3-16-801	
		(72) 発明者	木村 岳
		神奈川県川崎市川崎区元木一丁目3-16-801	
		Fターム(参考)	2F069 AA93 BB40 DD15 DD19 FF00
			GG04 GG06 GG41 GG65 HH30
			MM04 NN08
			2F105 AA10 BB08 BB13 BB17

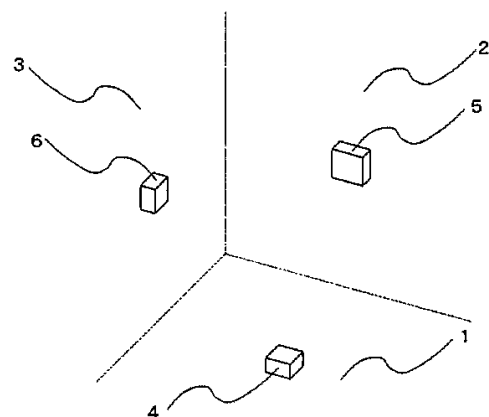
(54) 【発明の名称】 幾何学的補正機能を有し、MEMSモーションセンサーのサンプリングレートを超えて対象物の姿勢を測定するモーションセンサーシステム

(57) 【要約】

【課題】複数のMEMSモーションセンサーを立体配置することで、幾何学的自己補正機能を有し、かつMEMSモーションセンサー単体のサンプリングレートを上回るサンプリングレートを有する空間での姿勢を測定する装置を提供する。

【解決手段】図1に示す様に、直方体の各面のような隣り合うMEMSモーションセンサー同士は直角に、対抗するMEMSモーションセンサー同士は平行となるように配置したMEMSモーションセンサーモジュールを用いることで、各MEMSモーションセンサーの自己補正機能を有し、かつ本発明のMEMSモーションセンサーとしては、個々のMEMSモーションセンサーのサンプリングレートを上回るサンプリングレートを実現する。また、運動する回転体の内部に本発明の装置を設置した場合、MEMS各速度センサーを用いず、MEMS加速度センサーだけで回転を評価できるので、ドリフトの影響を受けずに回転評価を行うことが出来る。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

十分に高速な MPU により、2 つ以上の MEMS モーションセンサーから等時間間隔で順番に信号を読み取ることで、MEMS モーションセンサーのサンプリング周波数を越えた空間姿勢測定を行う装置。

【請求項 2】

前記装置は、隣り合う面同士が直角に、向かい合う面同士が平行に配置された直方体上の立体の各面 6 面にそれぞれ MEMS モーションセンサーを固定した場合、それぞれの MEMS モーションセンサーの幾何位相関係が既知であることで、それぞれの MEMS モーションセンサーが有する姿勢測定の誤差を、それぞれの MEMS モーションセンサーの出力信号から修正する機能を有する装置。

10

【請求項 3】

前記装置は、複数の MEMS モーションセンサーの信号を、MPU が等間隔に順番に読み取ることで、それぞれの MEMS モーションセンサーのサンプリングレートの、すべての MEMS モーションセンサーの個数倍のサンプリングレートで、空間姿勢を測定することが出来る装置。

【請求項 4】

前期装置は、対象物の空間姿勢を測定する際に、測定空間内に、同装置を 2 個以上を同時に使用し、1 個以上を基準面に固定し、1 個以上を対象物に固定することで、基準面に対する対象物の空間姿勢測定の誤差を低減しようとする装置。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、それぞれ平行でない 3 面以上に MEMS モーションセンサーを固定したモジュールを用いることで、測定精度とサンプリングレートを向上する装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

MEMS モーションセンサーは、MEMS 加速度センサーと MEMS 角速度センサーと MEMS 地磁気センサーのうち 2 つ以上を組み合わせ、各センサーの出力値を計算して対象物の姿勢を推計するデバイスとして知られている。

30

【0003】

MEMS モーションセンサーは、構成する各センサーの計測値をそれぞれ出力することもできる。

【0004】

近年スマートフォンやウェアラブルデバイスに使用されることが多くなり、価格の低下と性能の向上が進んだことで、ウェアラブルセンサーやマルチジャイロコプター等、広く使用されるようになっている。

【0005】

MEMS センサーの特性として、温度や地球の自転、地磁気の影響を受けるために、各センサーの出力値は安定しないことがあり、姿勢情報として出力するヨー ピッチ ロールにドリフトが生じることがある。

40

【0006】

特許文献および非特許文献にあるように、ドリフトを低減するための方法は提案されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0007】**

【特許文献 1】特開 2009 - 92583 (P2009 - 92583A)

【特許文献 2】特開平 06 - 102046

【非特許文献】

50

【 0 0 0 8 】

【非特許文献 1】人間工学 Vol. 50, No. 4 (' 1 4) 第 1 部：動作計測 (2) - 慣性センサによる動作計測 -

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

本発明は、複数の MEMS モーションセンサーを幾何学的に固定配置したモジュールを構成し、これを使用することで、空間姿勢の測定精度を向上し、個々の MEMS モーションセンサーのサンプリングレートを上回ることを実現する。

【 0 0 1 0 】

MEMS モーションセンサーを構成する各センサーは、温度や地磁気や使用する緯度による影響を受けることがあり、出力値が不安定であったり、不確かであったりすることがある。その結果、各センサーの出力値に基づいて計算されるヨーピッチロールが不安定であったり、不確かであったりする。

【 0 0 1 1 】

MEMS モーションセンサーの不安定さや不確かさを低減するための方法は提案されているが、十分に低減が出来ないことおよび低減するための信号処理手順が、姿勢情報を出力する頻度すなわちサンプリングレートを低下させてしまう問題がある。

【 0 0 1 2 】

特に、MEMS 角速度センサーは、温度や自転の影響を強く受けるため、測定対象の回転運動を正しく測定することが難しい。

【 0 0 1 3 】

そこで本発明では、2 つ以上の MEMS モーションセンサーを幾何学的に固定して配置し、順番に信号を読み取る仕組みを有するモジュールを用いることで、姿勢測定の結果の自己補正を行い、かつ個々の MEMS モーションセンサーのサンプリングレートを超えた姿勢測定のサンプリングレートの実現を図る。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

本発明は概観すると、図 1 のように、十分な処理能力を有する MPU と、これにシリアルに接続された複数の MEMS モーションセンサーから構成される。十分な処理能力とは、MEMS モーションセンサーのサンプリングレートのセンサー個数倍の処理速度以上であること。つまり、各 MEMS モーションセンサーのサンプリングレートを $m \text{ Hz}$ 、MEMS モーションセンサーの個数を n 個の場合、MPU の処理速度は $m \times n \text{ Hz}$ を十分に上回っていること。

【 0 0 1 5 】

複数の MEMS モーションセンサーは、図 3 に示すように、向かい合う面が並行で、隣り合う面が直角である 6 つの面の各面に固定することで、隣り合う面の MEMS モーションセンサー同士の配置各は直角に固定され、向かい合う面のモーションセンサー同時の配置角は並行に固定される。図 3 の各面に固定する MEMS センサーの数は、1 つ以上であり、各面に配置する MEMS センサーの個数は同数とする。

【 0 0 1 6 】

図 4 に示すとおり、各 MEMS モーションセンサーが配置された隣り合った面に沿ってかつ 1 つ前の面と平行にならない面となるように固定した順番で、MEMS モーションセンサーの出力を評価した場合、それぞれ次の面との幾何学的な相対的位相は直角であるので、常に隣り合った面とその前の面に対してそれぞれ直角で、その二つ前の面と平行であるので、これに基づいて常に各 MEMS モーションセンサーの誤差を評価することが出来る。

【 0 0 1 7 】

MEMS モーションセンサーのサンプリングレートを超えてモーションデータを得る場合には、順番に MEMS モーションセンサーを読み取る際に、すべての MEMS モーション

10

20

30

40

50

センサーを読み取る間隔を等間隔とすることで、本発明の装置ではMEMSモーションセンサーのサンプリングレートを超えたサンプリングレートが可能となる。MEMSモーションセンサーを6つ使用した場合、図5に示すように、個々のMEMSモーションセンサーのサンプリングレートの1/6の間隔で順番にMEMSモーションセンサーの出力を読み取ることで、本発明の装置は、個々のMEMSモーションセンサーの6倍のサンプリングレートで出力を得ることが出来る。

【0018】

また、動く回転体の回転を測定する場合、図6に示すように、本発明の装置を、すべてのMEMSモーションセンサーが回転中心に位置しないように配置すれば、図7に示す通り、回転による加速度の変化を測定することで、MEMS加速度センサーの出力のみで回転体の回転運動を測定することが出来る。各MEMS加速度センサーが、回転体の球面状に配置できれば、回転軸の変化も評価することが出来る。この場合にはMEMS加速度センサーのみであってもよい。

10

【0019】

図8に示すように、対象物の姿勢を測定する際に、本発明の装置を2つ以上用いることで、1つ以上を測定空間の基準面、たとえば床に固定し、もう一つ以上を対象物に固定すること、そして基準面に固定した装置と対象物に固定した装置の相対的な姿勢変化を算出することで、MEMSモーションセンサーの外的要因による測定の不安定さをさらに低減することが出来る。

20

【発明の効果】

【0020】

MEMSモーションセンサーは、スマートフォンやウェアラブルデバイスに採用されることでデバイス単体の価格が下がり入手性が改善され、三次元空間での姿勢測定への活用が期待されているが、精度が十分でないこととサンプリングレートが低いことから、スポーツなどの高速な動作測定や、歩行解析などの解剖学的な測定には十分でないとされている。本発明では、比較的容易に入手できるMEMSモーションセンサーを複数同時に用いることで、バイオメカニクスや整形外科的な運動機能解析に適用できる測定方法が提供可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

30

【図1】MEMSモーションセンサーの幾何学的な配置の概念図

【図2】本発明の外観を説明する概念図

【図3】本発明で推奨するMEMSモーションセンサーの幾何学的配置を説明する図

【図4】MEMSモーションセンサーの読取順を説明する概念図

【図5】複数のMEMSモーションセンサーを等間隔に読み取ることでサンプリングレートを高速化する概念図

【図6】運動する球体の回転を測定するために本発明の装置を埋め込んだ場合の配置概念図

【図7】運動する物体の回転を回転中心から偏心して配置した加速度計で測定する方法を説明する概念図

40

【図8】測定空間において、測定対象と基準面にそれぞれ装置を固定することで精度を改善する方法を説明するための概念図

【図9】MEMSモーションセンサーの読取値の自己補正と通常の測定の手順を説明するフローチャート図

【図10】本発明の装置の精度確認に使用した治具を説明する図

【図11】図10の治具を使用して本発明の装置の測定結果をグラフ表示した図。本グラフの対象装置の動作補償範囲90度までの測定精度は高いと評価できる。

【図12】本発明の装置を野球の硬式球の内部に配置して、投球したボールの回転を評価した測定値のグラフ。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 2 2 】

本発明は、図 3 に示すように M E M S モーションセンサーを幾何学的に固定した M E M S モーションセンサー群を用いて、個々の M E M S モーションセンサーの動作速度と精度を上回ることを意図した装置に関するものである。

【 0 0 2 3 】

M E M S モーションセンサー配置部は、図 3 に示すように、各面に 1 つ以上同数の M E M S モーションセンサーが配置される。配置した幾何学的位相が明らかであれば、形状を制限するものではないが、自己補正計算手順を効率化し、設置性をよくするためには、立方体形状の各面 6 面に設置することが望ましい。

【 0 0 2 4 】

各面の M E M S モーションセンサーの読み取り順番は、図 4 に示す通り、隣り合う面であつ一つ前の面と平行でない面である条件で決定し、常に決定した順番で読み取ることで、常に同じ自己補正計算手順を適用できるようにする。

【 0 0 2 5 】

本発明の装置を有効に利用できるのは、単体の M E M S モーションセンサーでは測定目的に許容できないドリフトが発生する場合、または、単体の M E M S モーションセンサーでは追従できない動作速度である場合、または回転しながら運動する物体の回転を M E M S 角速度センサーのドリフトの影響を受けずに測定したい場合であるが、自己補正機能の利便性から、すべての測定で有効に利用できる。

【 0 0 2 6 】

本発明の装置を利用するについては、図 4 に示すような M E M S モーションセンサーを 6 面に配置した M E M S モーションセンサーモジュールを使用する。直方体形状の配置の場合、隣り合う M E M S モーションセンサー同時はそれぞれ直角に、対抗する面の M E M S モーションセンサー同時はそれぞれ平行に固定されているので、同時に読み取った際に各 M E M S モーションセンサーの出力と幾何拘束の条件を突合することで、図 8 に示す通り、各 M E M S モーションセンサーの出力値を読み取り直後に補正できる。

【 0 0 2 7 】

測定中は、図 5 に示す様に各 M E M S モーションセンサーのサンプリング間隔を M E M S モーションセンサーの個数で等分した間隔で、順番に読み取ることで、高速な測定を行う。

【 0 0 2 8 】

図 9 に示す様に、測定中に、定期的に幾何高速による自己補正を行う。これによって、高精度と高いサンプリングレートを維持することが出来る。

【 0 0 2 9 】

運動する回転体の回転測定を行う際には、本装置に装着された M E M S モーションセンサーを回転中心から偏心して配置する。

【 実施例 】

【 0 0 3 0 】

図 1 0 に示す多角柱様の治具の内面に本発明の装置を固定し、多角柱の開口面を鉛直にして転がし、本発明の装置による姿勢測定の出力を図 1 1 に示す。図 1 0 の状態から右方向に回転すると、回転動作角は、開始時 0 度、一面回転時 1 5 度、2 面回転時 4 5 度、3 面回転時 9 0 度で、本発明の装置による測定と一致している。図 1 1 に示す装置は動作補償範囲 9 0 度までとしている。

【 0 0 3 1 】

本装置を硬式野球のボール内部に設置して、投球した場合の加速度値による回転状態を図 1 1 に示す。図中爬行する曲線の山の数が回転数となる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 3 2 】

空間姿勢を高速かつ正確に測定することを実現した本発明の装置は、身体動作の測定に広く活用することが出来る。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

スポーツメディカルおよびバイオメカニクスの領域では、高速で動作するアスリートの動作を、実際の競技環境で測定することが出来る。たとえばアイススケートのリンクやサッカーのフィールド、陸上競技のトラック、アルペンスキーのコースなど、これまで動画解析でも不可能であった、競技環境の選手の動作測定が可能となる。

【 0 0 3 4 】

リハビリテーションやロコモティブシンドローム対策としては、これまで高額なモーションキャプチャシステムや低精度な関節可動域測定装置に頼らざるを得なかった歩行解析などの動作評価が、本発明の装置を装着するだけで、簡便かつ高精度に行うことが可能となる。

10

【 符号の説明 】

【 0 0 3 5 】

1 平面 2 と平面 3 と平行でない平面 1

【 0 0 3 6 】

2 平面 1 と平面 3 と平行でない平面 2

【 0 0 3 7 】

3 平面 1 と平面 2 と平行でない平面 3

【 0 0 3 8 】

4 平面 1 に固定した M E M S モーションセンサー 1

【 0 0 3 9 】

5 平面 2 に固定した M E M S モーションセンサー 2

【 0 0 4 0 】

6 平面 3 に固定した M E M S モーションセンサー 3

【 0 0 4 1 】

7 M P U (中央演算装置)

【 0 0 4 2 】

8 1 番目の M E M S モーションセンサー

【 0 0 4 3 】

9 2 番目の M E M S モーションセンサー

【 0 0 4 4 】

1 0 n - 1 番目の M E M S モーションセンサー

【 0 0 4 5 】

1 1 n 番目の M E M S モーションセンサー

【 0 0 4 6 】

1 2 1 番目の面

【 0 0 4 7 】

1 3 2 番目の面

【 0 0 4 8 】

1 4 3 番目の面

【 0 0 4 9 】

1 5 4 番目の面

【 0 0 5 0 】

1 6 5 番目の面

【 0 0 5 1 】

1 7 6 番目の面

【 0 0 5 2 】

1 8 1 番目の M E M S モーションセンサー

【 0 0 5 3 】

1 9 2 番目の M E M S モーションセンサー

【 0 0 5 4 】

20

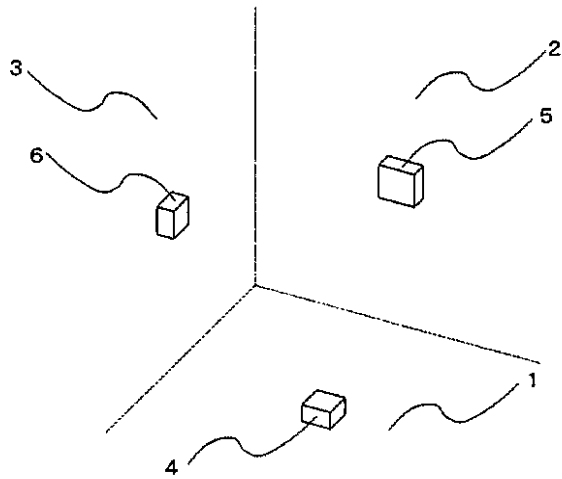
30

40

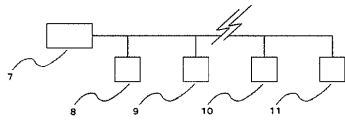
50

2 0	3 番目の M E M S モーションセンサー	
【 0 0 5 5 】		
2 1	4 番目の M E M S モーションセンサー	
【 0 0 5 6 】		
2 2	5 番目の M E M S モーションセンサー	
【 0 0 5 7 】		
2 3	6 番目の M E M S モーションセンサー	
【 0 0 5 8 】		
2 4	最初の面から隣の面を図示	10
【 0 0 5 9 】		
2 5	2 番目の面から 1 番目の面と平行でない隣の面を図示	
【 0 0 6 0 】		
2 6	3 番目の面から 2 番目の面と平行でない隣の面を図示	
【 0 0 6 1 】		
2 7	3 番目の面から 2 番目の面と平行でない隣の面を図示。 2 6 を異なる向きから説明。	
【 0 0 6 2 】		
2 8	4 番目の面から 3 番目の面と平行でない隣の面を図示	
【 0 0 6 3 】		
2 9	5 番目の面から 4 番目の面と平行でない隣の面を図示	20
【 0 0 6 4 】		
3 0	M E M S モーションセンサーのサンプリング間隔 (1 / サンプリングレート)	
【 0 0 6 5 】		
3 1	1 個の M E M S モーションセンサーのサンプリング間隔を M E M S モーションセンサーの個数で等分割した間隔。この場合 6 個の M E M S モーションセンサーなので 1 個の M E M S モーションセンサーのサンプリング間隔の 1 / 6。	
【 0 0 6 6 】		
3 2	1 番目の M E M S モーションセンサーの出力値	
【 0 0 6 7 】		
3 3	2 番目の M E M S モーションセンサーの出力値	30
【 0 0 6 8 】		
3 4	3 番目の M E M S モーションセンサーの出力値	
【 0 0 6 9 】		
3 5	4 番目の M E M S モーションセンサーの出力値	
【 0 0 7 0 】		
3 6	5 番目の M E M S モーションセンサーの出力値	
【 0 0 7 1 】		
3 7	6 番目の M E M S モーションセンサーの出力値	
【 0 0 7 2 】		
3 8	1 番目の M E M S モーションセンサーの次の周期の出力値	40
【 0 0 7 3 】		
3 9	本装置を埋め込んだ球体の概念図	
【 0 0 7 4 】		
4 0	球体に本装置を埋め込んだ状態の概念図	
【 0 0 7 5 】		
4 1	回転しながら移動する球体において、M E M S 加速度センサーが検知する加速度が変化する遷移概念図	

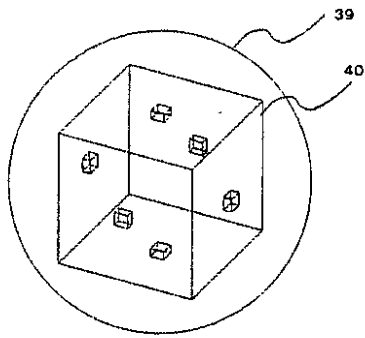
【図 1】



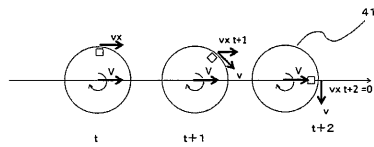
【図 2】



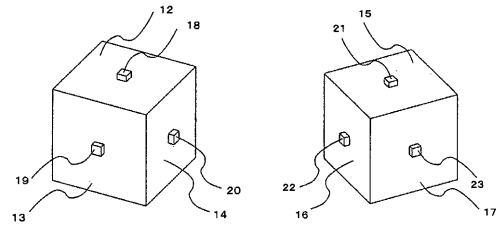
【図 6】



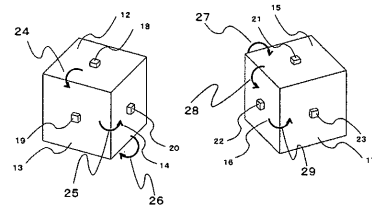
【図 7】



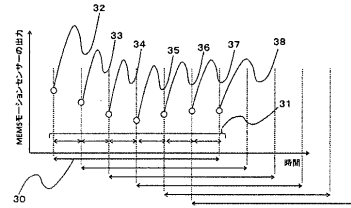
【図 3】



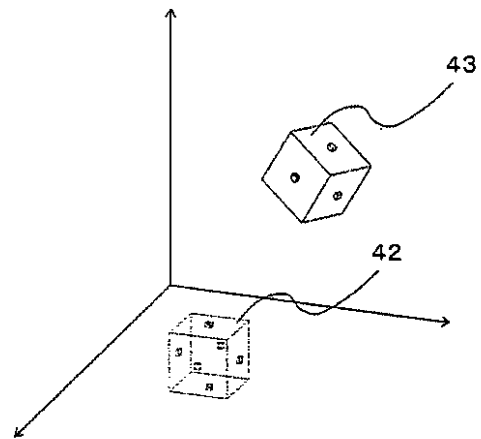
【図 4】



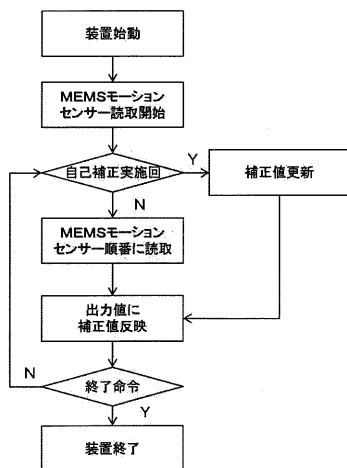
【図 5】



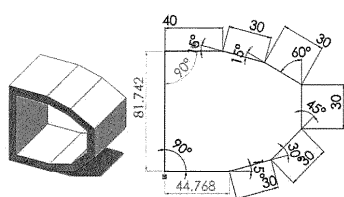
【図 8】



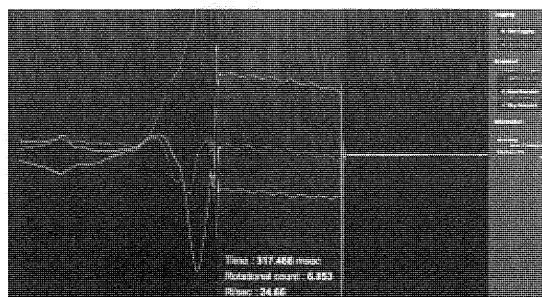
【図 9】



【図 10】



【図 12】



【図 11】

