

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6837005号
(P6837005)

(45) 発行日 令和3年3月3日 (2021. 3. 3)

(24) 登録日 令和3年2月10日 (2021. 2. 10)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 S 13/62 (2006. 01)	GO 1 S 13/62
GO 1 S 13/522 (2006. 01)	GO 1 S 13/522
GO 1 S 7/41 (2006. 01)	GO 1 S 7/41
A 6 1 B 5/11 (2006. 01)	A 6 1 B 5/11

請求項の数 37 (全 46 頁)

(21) 出願番号	特願2017-554454 (P2017-554454)	(73) 特許権者	508354647
(86) (22) 出願日	平成28年4月20日 (2016. 4. 20)		レスメッド センサー テクノロジーズ
(65) 公表番号	特表2018-516365 (P2018-516365A)		リミテッド
(43) 公表日	平成30年6月21日 (2018. 6. 21)		アイルランド ダブリン 4 クロンスカー
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/058806		ベルフィールド オフィス パーク
(87) 国際公開番号	W02016/170011		ブロックス 9 アンド 10 ネクサス
(87) 国際公開日	平成28年10月27日 (2016. 10. 27)		ユーシーディー
審査請求日	平成31年4月16日 (2019. 4. 16)	(74) 代理人	100099623
(31) 優先権主張番号	62/150, 086		弁理士 奥山 尚一
(32) 優先日	平成27年4月20日 (2015. 4. 20)	(74) 代理人	100096769
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		弁理士 有原 幸一
		(74) 代理人	100107319
			弁理士 松島 鉄男
		(74) 代理人	100125380
			弁理士 中村 綾子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサを用いたジェスチャ認識

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線周波数信号を放射するように構成された無線周波数送信機と、
前記放射された無線周波数信号のうち反射信号を受信するように構成された受信機と、
前記放射された無線周波数信号のうち前記受信された反射信号を処理し、同相（I）信号と直角位相（Q）信号とを含む動作出力信号を生成するように構成されたモーションチャネル回路と、

生成された前記動作出力信号を評価し、前記動作出力信号の位相に基づいて人体の動作を識別するように構成されたプロセッサであって、前記プロセッサは、生成された前記動作出力信号を評価し、前記同相（I）信号と前記直角位相（Q）信号との位相差の変化の評価により前記動作を識別し、前記プロセッサは前記変化から方向変化信号を生成し、前記方向変化信号は、位相差変化に基づく複数の方向変化を表すものである、プロセッサとを備える無線周波数の運動センシング装置。

【請求項 2】

前記識別された動作が、手のジェスチャ、腕のジェスチャ、手及び腕の合成ジェスチャ、寝返り動作、行動またはシェーピング行動のうちの少なくとも1つを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記装置が、前記同相（I）信号及び前記直角（Q）位相信号の位相情報から、運動源の相対方向信号を生成し、ヒステリシスとグリッチの検出の適用により信号折り返しを抑

制する、請求項 1 または 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記位相情報が位相回転である、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記動作の識別に際し前記動作出力信号を評価するために、前記装置が、位相の変化を、前記同相（I）信号及び前記直角（Q）位相信号により構成される位相ベクトル回転方向として求める、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 6】

前記放射された無線周波数信号が、パルス無線周波数発振信号を含む、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 7】

前記モーションチャンネル回路がバンドパスフィルタを含む、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 8】

前記装置が前記放射された無線周波数信号を表す信号とともに前記放射された無線周波数信号の前記受信された反射信号を復調する、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 9】

前記装置が前記放射された無線周波数信号と前記放射された無線周波数信号の前記受信された反射信号との間の時間差を算出し、該算出した時間差に基づいて前記動作を識別する、請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 10】

前記モーションチャンネルがアンチエイリアシング・フィルタを備える、請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 11】

前記プロセッサが、前記動作出力信号の振幅、位相及び周波数の任意の 2 つから算出された複数の特徴に基づいて動作を分類するように構成されている、請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 12】

前記プロセッサが、前記動作出力信号の振幅、位相及び周波数の任意の 1 つ以上を用いて算出された持続時間に基づいて動作を分類または識別するように構成されている、請求項 1 ～ 11 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 13】

前記プロセッサが、前記動作出力信号の振幅、位相及び周波数のそれぞれから前記複数の特徴を算出するように構成されている、請求項 11 に記載の装置。

【請求項 14】

前記複数の特徴が、前記動作出力信号の振幅、位相及び周波数の任意の一つ以上の分析から導出された決定持続時間を含む、請求項 11 及び 13 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 15】

前記算出された複数の特徴が、

（a）停止周波数から動作中のジェスチャを経てある最大周波数まで、次に再び停止に戻ることから導出された周波数特性と、

（b）短時間フーリエ変換、I 及び/または Q チャンネルのピーク及び高調波トラッキング及び/またはチャンネル処理のいずれかを含む前記信号の時間及び周波数分析と、

（b）前記同相（I）信号と前記直角位相（Q）信号との位相差及び特性変化の平均値の標準偏差の一定数以内の繰り返し信号の評価のいずれかを含む位相特性と、

（c）ピーク（山）及びトラフ（谷）検出と、ゼロ交差検出と、信号検出の包絡線とのいずれかを含む振幅特性と、

（d）学習歪度、尖度、周波数の広がり、位相、振幅、平均値、及び/又は標準偏差との 1 つ以上を含む、請求項 14 に記載の装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 6】

前記プロセッサが、前記算出された複数の特徴を 1 つ以上の閾値と比較するように構成されている、請求項 1 3 ～ 1 5 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 1 7】

前記プロセッサが、複数の所定の動作から 1 つを選択することにより前記動作を識別するように構成されている、請求項 1 ～ 1 6 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 1 8】

前記プロセッサが、前記識別された動作の発生回数を計数するように構成されている、請求項 1 ～ 1 7 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 1 9】

前記プロセッサが、前記識別された動作に基づいてデバイスの操作のための制御信号を生成するようにさらに構成されている、請求項 1 ～ 1 8 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 2 0】

前記プロセッサが、異なる識別された動作に基づいてデバイスの異なる操作のために異なる制御信号を生成するように構成されている、請求項 1 ～ 1 9 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 2 1】

前記プロセッサが、前記動作出力信号を評価し、かつ複数のセンサからの動作出力信号に基づいて動作を識別するように構成されている、請求項 1 ～ 2 0 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 2 2】

前記複数のセンサが、第 1 センサ及び第 2 センサを含み、前記プロセッサが該第 1 センサ及び該第 2 センサからの前記同相 (I) 信号及び前記直角位相 (Q) 信号を評価し、前記動作を識別する、請求項 2 1 に記載の装置。

【請求項 2 3】

前記プロセッサが、前記第 1 センサ及び前記第 2 センサからの前記同相 (I) 信号及び前記直角位相 (Q) 信号の I 差動及び Q 差動を決定する、請求項 2 2 に記載の装置。

【請求項 2 4】

前記複数のセンサが、第 1 センサ、第 2 センサ及び第 3 センサを含み、前記プロセッサが該第 1 センサ、該第 2 センサ及び該第 3 センサからの前記同相 (I) 信号及び前記直角位相 (Q) 信号を評価し、前記動作を識別する、請求項 2 1 に記載の装置。

【請求項 2 5】

前記第 1 センサ、第 2 センサ及び第 3 センサのうち少なくとも 2 つが互いに直交するように位置決めされている、請求項 2 4 に記載の装置。

【請求項 2 6】

前記評価された同相 (I) 信号及び直角位相 (Q) 信号が、前記プロセッサによって使用されて 1 次元以上で運動特性を識別する、請求項 2 2 ～ 2 5 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 2 7】

前記プロセッサが、速度、速度の変化、距離、距離の変化、及び方向のうちの一つ以上を抽出するように構成されている、請求項 1 ～ 2 6 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 2 8】

前記プロセッサが、前記動作出力信号を評価し、前記動作出力信号の周波数に基づいて前記動作を識別するように構成されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 2 9】

前記プロセッサが、前記動作出力信号を評価し、前記動作出力信号の振幅に基づいて前記動作を識別するように構成されている、請求項 1 ～ 2 8 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 3 0】

放射された無線周波数信号がパルス状の連続波無線周波数信号である、請求項 1 ～ 2 9 のいずれか一項に記載の装置。

10

20

30

40

50

【請求項 3 1】

前記動作出力信号が、前記放射された無線周波数信号によって前記受信された反射無線周波数信号を復調することにより生成される、請求項 1 ～ 3 0 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 3 2】

前記無線周波数動作感知装置が、前記無線周波数信号をレンジゲートするように構成されている、請求項 1 ～ 3 1 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 3 3】

前記プロセッサが、前記放射された無線周波数信号と前記受信された反射無線周波数信号との間の位相差に基づいて前記動作を識別するようにさらに構成されている、請求項 1 ～ 3 2 のいずれか一項に記載の装置。

10

【請求項 3 4】

前記無線周波数の運動センシング装置が、ユーザの生理学的特性を検出するようにさらに構成されている、請求項 1 ～ 3 3 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 3 5】

請求項 1 ～ 3 4 のいずれか一項に記載の装置を用いた無線周波モーションセンシング方法であって、

前記無線周波数送信機を用いて、無線周波数信号を放射するステップと、

前記受信機を用いて、前記放射された無線周波数信号のうち反射信号を受信するステップと、

20

前記運動・チャンネル回路を用いて動作出力信号を生成するために前記放射された無線周波数信号の前記受信された反射信号を処理するステップであって、生成される前記動作出力信号は同相（I）信号と直角位相（Q）信号とを含む、ステップと、

前記プロセッサにおいて、前記動作出力信号を評価し、前記動作出力信号の位相に基づいて人体の動作を識別するステップであって、前記動作出力信号の評価及び前記動作の識別は、前記同相（I）信号と前記直角位相（Q）信号との位相差の変化の評価と、前記変化からの方向変化信号の生成とを含む、前記方向変化信号は、位相差変化に基づく複数の方向変化を表すものである、ステップと

を含む方法。

【請求項 3 6】

30

前記動作出力信号の評価が、前記同相（I）信号及び前記直角位相（Q）信号の位相情報からの、運動源の相対方向信号の生成と、ヒステリシスとグリッチの検出の適用による信号折り返しの抑制とを含む、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 3 7】

前記位相方向が位相回転である、請求項 3 5 または 3 6 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[関連出願の相互参照]

本出願は、2015年4月20日出願の米国仮特許出願第62／150，086号の出願日の利益を主張するものである。この米国仮特許出願の開示内容は本明細書の一部をなすものとする。

40

【0002】

[発明の分野]

本技術は、移動物体及び生体被験者の特性を検出するための方法及び装置に関する。より具体的には、無線周波数センサなどのジェスチャまたは他の身体動作を感知または認識することに関する。

【背景技術】

【0003】

連続波（CW）ドップラレーダ・モーションセンサは、連続波無線周波数（RF）キャ

50

リアを放射し、送信されたRFと復帰エコーを混合して、移動目標物によって生成されるドップラーシフトに等しい差周波数を生成する。これらのセンサは、一定の範囲限界（すなわち、近距離物体と遠距離物体の両方の信号を受信することができ、受信信号はレーダ断面の関数である）を有していない。これは誤トリガー（誤作動）、すなわちモーションアーチファクト干渉につながる可能性がある。また、それらのセンサはまた、誤トリガーにつながる近距離における望ましくない高い感度を有することがある

【0004】

パルスドップラー・モーションセンサについては、Follenらの米国特許明細書第4, 197, 537号に記載されている。短パルスが送信され、そのエコーは該送信されたパルスと自己混合される。パルス幅はレンジゲート（range-gated）領域を規定する。伝送パルスが終了すると、混合が終了し、伝送パルスの終了後に到着するターゲットリターンは混合されず、よってゲートアウトされる。

10

【0005】

McEwanの米国特許明細書第5, 966, 090号「差動パルスレーダ・モーションセンサ」（“Differential Pulse Radar Motion”）に開示されている差動パルスドップラ・モーションセンサは、2つのパルス幅を交互に送信する。次に、該センサは各幅からドップラー応答を差し引いて、かなり一定の応答対距離を有するレンジ・ゲート型ドップラ感知領域を生成する。

【0006】

McEwanの米国特許明細書第5, 361, 070号「超広帯域レーダモーションセンサ（“Ultra-Wideband Radar Motion Sensor”）」に記載されているようなインパルスレーダは、送信されたインパルス幅に関連する非常に狭い感知領域を生成する。McEwanの米国特許明細書第5, 682, 164号「パルスホモダイン・フィールド外乱センサ（“Pulse Homodyne Field Disturbance Sensor”）」に記載されているように、2パルス・ドップラレーダ・モーションセンサは、第1のパルスを送信し、遅延後に第1のパルスからのエコーと混合する第2のパルスを生成する。こうして、レンジ・ゲート型感知帯域が、規定された最小及び最大距離を有して形成される。UWBレーダモーションセンサには、インテンショナル放射器としての世界的なRF規制認可を有していないという欠点がある。該センサは、中程度の距離において物体を感知することも困難であり、いくつかの実施形態では、RF干渉を起こしやすい。

20

30

【0007】

変調パルス・ドップラー・センサについては、McEwanの米国特許明細書第6, 426, 716号に記載されている。レンジ・ゲート型マイクロ波モーションセンサは、調整可能な最小及び最大検出距離を含む。この装置は、ミキサ及びエコーパルスからレンジ・ゲート型ドップラー信号を生成するために、フィルタリング、増幅素子及び復調素子を有する検出器／ミキサをはじめとして、送信及びミキサパルスを生成するために関連パルス発生及び遅延素子を有するRF発振器、単一の送信（TX）／受信（RX）アンテナまたは一対の別々のTX、並びにRXアンテナを含む。

【0008】

米国特許明細書第7, 952, 515号では、McEwanは特定のホログラフィックレーダを開示している。応答を特定の低周波域に制限するためにホログラフィックレーダにレンジ・ゲートを追加する。McEwanは、特に内部の画像平面、またはスライスを画像化するために材料を透過させるとき、被画像化表面のよりクリーンでよりクラッタのないレーダ・ホログラムを得ることができると述べている。レンジ・ゲーティングは積層ホログラム技術を可能にし、複数の被画像化表面をダウンレンジ方向に積み重ねることができる。

40

【0009】

米国特許出願公開明細書第2010/0214158号には、McEwanは0214158号において、McEwanは、ホログラフィックレーダ用のRFマグニチュード・

50

サンプラーを開示している。McEwanは、RFマグニチュード・サンプラーが狭帯域ホログラフィック・パルスレーダによって生成される干渉パターンを細かく解像できることを説明している。

【0010】

McMahonらの米国特許出願公開明細書第2014/0024917号には、レンジ・ゲート型感知のための無線周波数パルスを放射するための発振信号を生成するように構成され得る生理学的感知のためのセンサが記載されている。該センサは、パルスを放射するように構成された無線周波数送信機と、放射された無線周波数パルスの反射波を受信するように構成された受信機とを含み得る。該受信されたパルスは、動作、睡眠、呼吸及び／または心拍などの生理学的特性を検出するために処理されてもよい。

10

【0011】

特定の動作やジェスチャの検出または認識のためなど、無線周波数センシングのためのセンサと処理を改善する必要があるかもしれない。

【発明の概要】

【0012】

本技術のいくつかの実施形態の一態様は、ジェスチャまたは特定の身体動作を検出するためのセンサに関する。

【0013】

本技術のいくつかの実施形態の一態様は、無線周波数信号によるジェスチャまたは身体動作を検出するためのセンサに関する。

20

【0014】

本技術のいくつかの実施形態の別の態様は、ジェスチャ認識または身体運動タイプ認識などのパルス型無線周波数（RF）信号を生成するように構成された回路を備えたこのようなセンサに関する。

【0015】

本技術のいくつかのバージョンは、無線周波数動作感知装置を含み得る。該装置は、無線周波数信号を放射するように構成された無線周波数送信機を含み得る。該装置は、放射された無線周波数信号の反射波を受信するように構成された受信機を含み得る。この装置は、放射された無線周波数信号の受信された反射信号を処理して動作出力信号を生成するように構成されたモーションチャンネル回路を含み得る。該装置は、動作出力信号を評価し、動作出力信号の振幅、位相及び周波数のうちの任意の1つ以上に基づいて動作を識別するように構成されたプロセッサを含み得る。

30

【0016】

場合によっては、該識別された動作は、手ジェスチャ、腕ジェスチャ、または手と腕の合成ジェスチャのうちの少なくとも1つを含み得る。該識別された動作は、寝返り動作を含み得る。識別された動作は行動を含み得る。該識別された動作は、シェービング行動を含み得る。

【0017】

場合によっては、動作出力信号は、同相信号及び直角位相信号を含み得る。該放射された無線周波数信号は、パルス状の無線周波数発振信号を含み得る。モーションチャンネル回路は、バンドパスフィルタを含み得る。装置、またはその処理回路は、放射された無線周波数信号の受信された反射信号を、放射された無線周波数信号を表す信号で復調するように構成され得る。装置またはその処理回路は、放射された無線周波数信号と、放射された無線周波数信号の受信された反射波との間の時間差及び／または位相差を算出し、算出された時間差及び／または位相差に基づいて動作を識別するように構成され得る。

40

【0018】

場合によっては、モーションチャンネルはアンチ・エイリアシングフィルタを含み得る。プロセッサは、動作出力信号の振幅、位相及び周波数のうちの任意の2つから算出された複数の特徴に基づいて動作を分類するように構成されてもよい。プロセッサは、動作出力信号の振幅、位相及び周波数のうちの任意の1つまたは複数で算出された持続時間に基づ

50

いて動作を分類または識別するように構成されてもよい。プロセッサは、動作出力信号の振幅、位相及び周波数のそれぞれから複数の特徴を算出するように構成されてもよい。該複数の特徴は、動作出力信号の振幅、位相及び周波数のうちの任意の1つ以上の分析から導出された決まった持続時間を含み得る。

【0019】

場合によっては、算出された複数の特徴は、以下の1つ以上を含み得る：

(a) 停止周波数から動作中のジェスチャを経ていくつかの最大周波数まで、その後再び停止に戻ることから導出される周波数特性；

(b) 短時間フーリエ変換、ピーク及び高調波追跡及び／またはI及び／またはQチャネルのチャンネル処理のいずれをも含む信号の時間及び周波数分析；

(b) I信号とQ信号との間の位相差及び特性変化の平均の標準偏差の一定数以内の反復信号の評価のいずれをも含む位相特性；

(c) ピーク及びトラフ検出、ゼロクロス検出、及び信号検出の包絡線のいずれをも含む振幅特性；そして

(d) 周波数、位相、振幅、平均及び／または標準偏差における偏った歪度、尖度、広がり具合。

【0020】

任意選択的に、プロセッサは、算出された複数の特徴を1つ以上の閾値と比較するように構成されてもよい。プロセッサは、複数の所定の動作から1つを選択することによって動作を識別するように構成されてもよい。プロセッサは、識別された動作の発生回数を計数するように構成されてもよい。プロセッサは、識別された動作に基づいてデバイスの操作のための制御信号を生成するようにさらに構成されてもよい。プロセッサは、異なる識別された動作に基づいてデバイスの異なる操作のための異なる制御信号を生成するようにさらに構成されてもよい。プロセッサは、動作出力信号を評価し、複数のセンサからの動作出力信号に基づいて動作を識別するように構成されてもよい。複数のセンサは、第1のセンサ及び第2のセンサを含み、プロセッサは、第1のセンサ及び第2のセンサからのI及びQ信号を評価して動作を識別する。プロセッサは、第1のセンサ及び第2のセンサからのI信号及びQ信号のI微分及びQ微分を決定し得る。複数のセンサは、第1のセンサ、第2のセンサ、及び第3のセンサを含み得る、プロセッサは、該第1のセンサ、該第2のセンサ及び該第3のセンサからのI信号及びQ信号を評価して動作を識別し得る。装置のいくつかのケースでは、3つのセンサのうちの少なくとも2つが互いに直交するように配置されてもよい。評価されたI信号及びQ信号は、プロセッサによって使用されて、1次元以上の運動特性を識別し得る。プロセッサは、移動物体の次のパラメータ：速度、速度の変化、距離、距離の変化、方向及び方向の変化のうちの1つ以上を抽出するように構成され得る。

【0021】

本技術のいくつかのバージョンは、無線周波数動作感知ための方法を伴い得る。該方法は、無線周波数送信機を用いて、無線周波数信号を放射することを含み得る。該方法は、受信機を用いて、放射された無線周波数信号の反射波を受信することを含み得る。該方法は、モーションチャンネル回路を用いて動作出力信号を生成するために放射された無線周波数信号の受信された反射信号を処理することを含み得る。該方法は、プロセッサにおいて、動作出力信号を評価すること及び動作出力信号の振幅、位相、及び周波数のいずれか1つ以上に基づいて動作を識別することを含み得る。

【0022】

場合によっては、識別された動作は、手ジェスチャ、腕ジェスチャ、及び手と腕の合成ジェスチャのうちのいずれか1つを含み得る。識別された動作は、寝返り動作を含み得る。識別された動作は行動を含み得る。識別された動作は、シェーピング行動を含み得る。この方法の動作出力信号は、同相信号及び直角位相信号を含み得る。放射された無線周波数信号は、パルス状の無線周波数発振信号を含み得る。モーションチャンネル回路は、バンドパスフィルタを含み得る。

【0023】

場合によっては、この方法は、放射された無線周波信号の受信された反射信号を、放射された無線周波数信号を表す信号で復調することを伴い得る。この方法は、放射された無線周波数信号と、無線周波信号の受信された反射波との間の時間差及び／または位相差を算出すること及び算出された時間差及び／または位相差に基づいて運動を識別することを含み得る。モーションチャンネルは、アンチ・エイリアシングフィルタを含み得る。

【0024】

場合によっては、この方法は、プロセッサを用いてまたはプロセッサ内で、動作出力信号の振幅、位相及び周波数のいずれか2つから算出された複数の特徴に基づいて動作を分類することを含み得る。プロセッサは、動作出力信号の振幅、位相及び周波数のうちの任意の1つ以上で算出された持続時間に基づいて動作を分類または識別し得る。この方法は、プロセッサにおいて、動作出力信号の振幅、位相及び周波数のそれぞれから複数の特徴を算出することを伴い得る。複数の特徴は、動作出力信号の振幅、位相及び周波数のうちの任意の1つ以上の解析から導かれた決定持続時間を含み得る。

【0025】

場合によっては、算出された複数の特徴は、以下のうちの1つ以上を含み得る：

(a) 停止周波数から動作中のジェスチャを経ていくつかの最大周波数まで、その後再び停止に戻ることから導出される周波数特性；

(b) 短時間フーリエ変換、ピーク及び高調波追跡、及びI及び／またはQチャンネルの処理のいずれをも含む信号の時間及び周波数分析；

(b) I信号とQ信号との間の位相差または特性変化の平均の標準偏差の一定数以内の反復信号の評価のいずれをも含む位相特性

(c) ピーク及びトラフ検出、ゼロ交差検出、及び信号検出の包絡線のいずれをも含む振幅特性；そして

(d) 周波数、位相、振幅、平均及び／または標準偏差における偏った歪度、尖度、広がり具合。

【0026】

任意選択的に、この方法は、プロセッサにおいて、算出された特徴を1つ以上の閾値と比較することを伴い得る。この方法は、プロセッサにおいて、複数の所定の動作から1つを選択することによって動作を識別することを伴い得る。この方法は、プロセッサにおいて、識別された動作の発生回数を計数することを伴い得る。この方法は、プロセッサを用いて、識別された動作に基づいてデバイスの操作のための制御信号を生成することを伴い得る。この方法は、プロセッサを用いて、異なる識別された動作に基づいてデバイスの異なる操作のための異なる制御信号を生成することを伴い得る。

【0027】

場合によっては、プロセッサは複数のセンサからの動作出力信号を評価し、評価された動作出力信号に基づいて動作を識別し得る。該複数のセンサは、第1のセンサ及び第2のセンサを含み得、かつプロセッサは、該第1のセンサ及び該第2のセンサからのI信号及びQ信号を評価して動作を識別し得る。プロセッサは、該第1のセンサ及び該第2のセンサからのI信号及びQ信号のI微分及びQ微分を決定し得る。任意選択的に、複数のセンサは、該第1のセンサ、該第2のセンサ、及び該第3のセンサを含み得、プロセッサは、動作を識別するために第1のセンサ、第2のセンサ、及び第3のセンサからのI及びQ信号を評価することができる。場合によっては、3つのセンサのうちの少なくとも2つが、互いに直交するように配置されてもよい。評価されたI信号及びQ信号は、プロセッサによって使用されて、1次元以上の運動特性を識別し得る。

【0028】

この技術の他の態様、特徴及び利点は、本開示の一部であり、例として本技術の原理を示す添付の図面と併せて、以下の詳細な説明から明らかになるであろう。本技術のさらなる態様は、添付の特許請求の範囲から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0029】

以下、添付の図面を参照して、本技術のさらなる例示的な実施形態を説明する：

【0030】

【図1】図1は本技術の無線周波数生理センサを用いた実施に適した例示的な検出装置のイラストである；

【図2】図2は本技術のいくつかの実施形態に適したセンサ信号の評価のための概念的構造及びプロセスフローを示す図である；

【図3】図3は本技術のいくつかのバージョンにおけるセンサ装置の処理を示すブロック図である；

【図4】図4は本技術に適した例示的なジェスチャ伝達関数の位相応答を示す図である；

10

【図5a】図5aはセンサに対する距離による運動チャンネル出力の大きさを示すグラフである；

【図5b】図5bは別のセンサの距離に対する出力の大きさに対するモーションチャンネルとジェスチャチャンネルとを比較するグラフを含む；

【図6a】図6aはセンサのバージョンに対するジェスチャチャンネルの周波数応答を示す図である；

【図7】図7は例示的なセンサに関する動作ジェスチャを示す図である；

【図8】図8は図7の単一の動作ジェスチャと反復された動作ジェスチャそれぞれについての振幅、周波数及び位相応答を示す図である；

【図9】図9は図7の単一の動作ジェスチャと反復された動作ジェスチャそれぞれについての振幅、周波数及び位相応答を示す図である；

20

【図10】図10は図7の動作ジェスチャに関連付けられた位相応答の別のプロットである；

【図11】図11は例示的なセンサに関する別の動作ジェスチャを示す図である；

【図12】図12は図11の反復動作ジェスチャに対する振幅、周波数及び位相応答を示す図である；

【図13】図13はI信号とQ信号の差から動作方向の変化を検出する様子を示す図である；

【図14】図14はゼロ交差検出を用いるような計数行動ストローク方法論を示す；

【図15】図15はブロックベース分類を伴う行動検出のトレーニング処理方法を示す；

30

【図16】図16はジェスチャ行動信号のブロックごとの分類を示す図である；

【図17】図17はストローク検出及びストロークレート検出の信号グラフを示す；

【図18a】図18aは1つの動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

【図18b】図18bは1つの動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

【図18c】図18cは1つの動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

【図19a】図19aは別の動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

40

【図19b】図19bは別の動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

【図19c】図19cは別の動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

【図20a】図20aはさらなる動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

【図20b】図20bはさらなる動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

【図20c】図20cはさらなる動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

50

【図 2 1 a】図 2 1 a はその上さらなる異なる動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相、及び周波数応答を示す；

【図 2 1 b】図 2 1 b はその上さらなる異なる動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相、及び周波数応答を示す；

【図 2 1 c】図 2 1 c はその上さらなる異なる動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相、及び周波数応答を示す；

【図 2 2 a】図 2 2 a はさらに別の異なる動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相、及び周波数応答を示す；

【図 2 2 b】図 2 2 b はさらに別の異なる動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相、及び周波数応答を示す；

10

【図 2 2 c】図 2 2 c はさらに別の異なる動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相、及び周波数応答を示す；

【図 2 3 a】図 2 3 a は別の動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相、及び周波数応答を示す；

【図 2 3 b】図 2 3 b は別の動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相、及び周波数応答を示す；

【図 2 3 c】図 2 3 c は別の動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相、及び周波数応答を示す；

【図 2 4 a】図 2 4 a はその上異なる動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

20

【図 2 4 b】図 2 4 b はその上異なる動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

【図 2 4 c】図 2 4 c はその上異なる動作ジェスチャ及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

【図 2 5 a】図 2 5 a は寝返り動作及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

【図 2 5 b】図 2 5 b は寝返り動作及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

【図 2 6 a】図 2 6 a は別の寝返り動作及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

30

【図 2 6 b】図 2 6 b は別の寝返り動作及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

【図 2 7 a】図 2 7 a はさらなる寝返り動作及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

【図 2 7 b】図 2 7 b はさらなる寝返り動作及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相及び周波数応答を示す；

【図 2 8 a】図 2 8 a さらに別の寝返り動作及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相、及び周波数応答を示す；

【図 2 8 b】図 2 8 b さらに別の寝返り動作及びその反復及び単一運動に対する適切なセンサによる振幅、位相、及び周波数応答を示す；

40

【図 2 9 a】図 2 9 a はマルチセンサ（例えば、ステレオセンサシステム）セットアップにおける最大直角（ I/Q ）位相検出を示す。常に最大位相を得るために、センサは互いに直交して設置されてもよい（動作が下方向に向いていない限り、この方向は図に示されていない）。

【図 2 9 b】図 2 9 b はマルチセンサ（例えば、ステレオセンサシステムのセットアップ）の別の例を示す。図中の「スイートスポット」と記された区域は、曲がりビームパターンのために、両方のセンサにとって最適フォーカスである領域を示している。これは、センサが直交である必要はないことを示している。

【図 3 0】図 3 0 はスペクトログラムからのカラーデータを RGB チャンネルに分割し、主バイナリ・ラージ・オブジェクト（b l o b）領域を選択することによる画像データの処

50

理を示す。

【発明を実施するための形態】

【0031】

図1に示すように、本技術のいくつかの実施形態は、装置の近傍にいるユーザまたは患者（患者は、検出装置100のユーザと同一又は異なる人物であってよい）の特定の動作を検出するのに有用な、特別な処理方法論で構成されるようなものである、感知または検出装置100を実装することができる。センサは、独立型センサであってもよく、または呼吸治療装置または睡眠評価装置などの、他の装置と結合されてもよい。例えば、この装置は同装置のセンサによって検出されたジェスチャまたは動作の分析に基づいた自動化治療応答をオプションとして提供することができる。例えば、コントローラ及び流れ発生器を備えた呼吸治療装置は、そのようなセンサを備えて構成されてもよく、また、そのセンサによって検出された特定の動作またはジェスチャに応答して、患者インターフェース（例えば、マスク）において発生される血圧治療を調整するように構成されてよい。該呼吸治療装置は、例えば、国際特許公開第WO2013/152403号に記載されているような、呼吸療法またはPAP装置であってもよく、その開示全体は、参照により本明細書に組み込まれている。

10

【0032】

一般に、そのような動作またはジェスチャは、本質的に非自発的に周期的な生理学的特徴（すなわち、呼吸または心臓行動による胸部の運動）ではなく、意図的にまたは潜在意識の中で人によって作られたものであると理解され得る。この点で、特定の人間ジェスチャによって発生されるセンサによって感知された運動信号を処理して、その特定の運動またはジェスチャを識別または特徴付けることができる。例えば、手の動き、または特定の手の動きでも検出することが可能である。

20

【0033】

ベッドで寝返りする人により作られる運動（寝返り）などの大きな運動も認識できる。そのような運動事象の特定された検出は、それらを計数するか、または（例えば、システムをオンまたはオフにする、または他の制御信号を提供するように実装される）装置の制御として機能することを可能にし得る。該技術はまた、揺すり、呼吸、及びより速い動作（例えば、剃るまたは引っかく）のような生理学的な運動を分類するために実装されてもよい。呼吸数検出のためのそのような揺すり及びジェスチャ動作を特定及び排除することによるなどして、被験者が立っているかまたは座っているときの呼吸数検出の頑健性を改善するように実装することが可能であろう。この技術は、例えば、かゆみ関連または不快感関連動作の定量化のための皮膚科学的クリームの臨床試験において、持続的かゆみ、刺激または不快感を有する被験者をモニターするために実装されてもよい。場合によっては、剃刀刃やシェービングクリーム／ゲルなどの動作に依存する消費者製品の有効性を評価し、シェービング動作などを理解するために実装することさえ可能であろう。

30

【0034】

適切な処理回路（例えば、1つ以上のプロセッサ）を備えたセンサは、多くの異なるタイプの装置の構成部品（例えば、制御構成部品）として実装され得るジェスチャ検出装置として構成され得る。例えば、テレビジョンまたはテレビジョン受信機は、異なるジェスチャ（例えば、オン／オフ、音量変更、チャンネル変更など）を有するテレビまたはテレビジョン受信機の操作を制御するためのセンサを含んでもよい。同様に、ジェスチャ検出装置は、ゲームまたはコンピュータの操作を制御するためなど、ゲーム装置またはコンピュータのユーザインターフェースの一部として構成されてもよい。このようなジェスチャ検出装置は、ユーザインターフェースを使用する他の多くの装置に実装されてよく、それによって該ユーザインターフェースをジェスチャ制御ユーザインターフェースとして実装されてよい。例えば、プロセッサまたはコントローラは、1つ以上のセンサからの信号を評価し、該プロセッサまたはコントローラにおいて、特定の運動またはジェスチャを識別し、かつ応答して、表示されたユーザインターフェース（例えば、LCDまたはLED画面のような表示装置上に表示されるものなど）に対して可視（または可聴）変更の生成を

40

50

起動する。識別されたジェスチャまたは起動された変更は、1つ以上の制御信号を送出し、該プロセッサまたはコントローラに連結されるかまたは通信する、デバイス（例えば、コンピュータ、テレビ、コンピュータゲーム・コンソール、ユーザ機器、自動機械、ロボットなどを制御するために、使用されてもよい。

【0035】

このような装置のレーダーセンサのような典型的なセンサは、距離ゲートセンシングのための高周波パルスのような、高周波を放射するために送信機を使用してもよい。受信機は、該送信機との結合されたデバイスにオプションとして含まれてもよく、高周波の反射バージョンを受信し処理するように構成されてもよい。該受信された反射信号に基づいてジェスチャまたは動作認識のために、センサを起動させる装置のプロセッサを用いるなどして信号処理を使用してもよい。

10

【0036】

例えば、図2に示すように、送信機は、被験者、例えば人間の方へ高周波信号を送信する。一般に、RF信号源は局部発振器（LO）である。反射された信号は、次いで、受信され、増幅され、元の信号の一部と混合され、このミキサーの出力が次いでフィルタリングされ得る。場合によっては、受信信号／反射信号は、送信信号によって復調されてもよく、あるいは受信信号と反射信号との間の位相または時間差が決定されてもよい。例えば、米国特許明細書第2014-0163343-A1号に記載されているように、その開示全体が参照により本明細書に組み込まれている。

【0037】

20

結果得られた信号は、人の運動（例えば、ジェスチャ）、呼吸及び心臓アクティビティに関する情報を含み、また生モーションセンサ信号と呼ばれている。場合によっては、信号の運動情報がその特定のジェスチャまたは運動タイプについて分類されるように、無意識な周期的アクティビティ（例えば、呼吸及び／または心臓アクティビティ）を排除するために信号が処理されてよい。場合によっては、センサは、米国特許出願公開明細書第2014/0024917号に記載されているセンサであってもよく、その全体の開示は参照により本明細書に組み込まれている。

【0038】

センサは、検出された信号を処理するための様々なモーションチャネルを含んでもよい、例えば、そのようなセンサは、ジェスチャチャネル出力信号を提供するためにジェスチャプロセッサを備えて実装されてもよい。これは、モーションチャネル出力信号を提供する運動プロセッサとは異なることがある。複数のプロセッサを有することにより、異なる動作評価に対して異なる特性（例えば、異なる帯域幅、異なるサンプリングレートなど）を有する信号の出力を可能にすることができる。例えば、呼吸または心臓の信号ではなく、ジェスチャ信号に、より多くの情報が存在する可能性がある。例えば、ジェスチャ信号は、より広い範囲の動作速度の検出を表す情報を含み得る。例えば、毎秒1メートルの運動があると、10.525GHzの受信機で70Hzのベースバンド信号が発生する可能性がある。典型的なセンシングシナリオは、1mm／秒から5m／秒の間の速度を検出することができる。ジェスチャ検出については、10Hz（1cm／秒から5m／秒まで）を超える周波数を評価することができる。呼吸については、検出は1mm／秒から約1m／秒までの範囲の速度に対応する周波数の評価を伴うことがある。したがって、運動プロセッサは、よりゆっくりした運動に焦点を当てた信号を生成することができ、ジェスチャプロセッサは、ゆっくりとした運動とともにより速い運動の両方を含み得るはるかに広い帯域の信号を生成することができる。したがって、センサは、受信したセンサ信号の信号処理のために、アナログ及び／またはデジタル回路構成要素を実装することができる。このセンサは、少なくとも部分的に、1つ以上のデジタル信号プロセッサまたは他の特定用途向け集積チップにオプションとして実装することができる。したがって、図3に示すように、センサは、特定の伝達関数（Hg）を実装するためのジェスチャプロセッサとともに、特定の伝達関数（Hm）を実装するための追加の運動プロセッサを備えて実装されてもよく、それらのいずれかが動作出力信号を生成するための動作プロセッサまたはチャネ

30

40

50

ル回路と考えられ得る。

【0039】

例えば、ある場合には、センサは、振幅、周波数及び位相が次式によって与えられる直角位相出力信号（I及びQ）を提供するジェスチャチャンネルを有することができる：

【数1】

$$VI(x, t) = Hg(j\omega) A(x) \sin(4\pi x(t)/\lambda + \phi)$$

$$VQ(x, t) = Hg(j\omega) A(x) \sin(4\pi x(t)/\lambda + \phi + \pi/2)$$

$Hg(j\omega)$ は、ベースバンド回路またはベースバンドプロセッサにおけるようなセンサジェスチャチャンネルの伝達関数であり；

$A(x)$ は復調された受信信号強度であり、したがって目標レーダ断面積（サイズ）及び目標距離（ x ）に依存する；

$x(t)$ は時間経過とともに目標の変位、

λ は、10.525 GHz 周波数信号（例えば、28.5 mmの波長）に対応するRF信号（自由空間の波長の波長であり、そして

$J\omega$ は、システムの周波数応答であり、ここに ω は角速度、 j は複素数（ $0 + \sqrt{-1}$ ）であり、位相情報を提供する）。

【0040】

ジェスチャチャンネルは、運動に対する周波数応答を有する。 t_0 で開始し t_1 で終了する時間間隔 dt において、センサに近づいて又は離れて位置 x_0 から位置 x_1 までの距離 dx を移動する線速度 v を有する帯域内移動信号に対して、ジェスチャチャンネル出力信号周波数 f が次式によって与えられる、

【数2】

$$2\pi f(t_1 - t_0) = 4\pi(x_1 - x_0)/\lambda$$

$$2\pi f dt = 4\pi dx / \lambda$$

10.525 GHz、28.5 mm λ センサの場合

$f \sim 70.17 v \dots \dots \dots$ ここに f （Hz）及び v （m/s））
ここで、1/s）、 v （m/s）及び $2/175$ （ m^{-1} ）となるように単位は両辺で整合する。ここで、 λ を考慮して、 wf （1/s）、 v （m/s）及び $2/\lambda = 70.175$ （ m^{-1} ）。70の一定値は、実際には $1/(2\lambda)$ であり、 m^{-1} の次元を有する。

一般に：

$$2v(t) / f(t) = 2v(t) / \lambda$$

典型的には、任意の特定の周波数における出力信号の振幅は、ジェスチャチャンネル伝達関数の周波数応答に依存する。

【0041】

ジェスチャチャンネルはまた、目標物（例えば、人の手など）の運動に対する位相応答を有することになる。IチャンネルとQチャンネル間の位相差は90度である。その結果、図4に示すように、IとQ信号のリサージュ曲線は円である。周波数（サイクル時間）は目標速度によって決定される。振幅は、目標距離、目標断面によって及びジェスチャチャンネル伝達関数によって決定される。位相器の方向は、時計回りまたは反時計回りのいずれかであり、センサに向かうまたは離れる動作の方向に依存する。

【0042】

ジェスチャチャンネルまたは別の、一般的な運動専用、チャンネルはまた、非ジェスチャ関連運動に対する振幅応答も有することができる。そのI及びQ対応チャンネルの振幅は、目標距離、目標断面によって及びモーションチャンネル伝達関数によって決定される。一例として、固定目標及び帯域内目標速度に関するモーションチャンネル信号振幅対目標距離の対数プロットは図5aに示すとおりである。

10

20

30

40

50

【0043】

図5bは、図5aとは異なるセンサの距離にわたる特定の運動に応答する2つのチャンネル（モーションチャンネル及びジェスチャチャンネル）のマグニチュード応答を比較する。ジェスチャチャンネルは、モーションチャンネルと同様の特性を有する。図5bは、図5aのものと比較して、異なるアンチエイリアシング・フィルタリングを備えたような、バージョンのセンサのチャンネル振幅応答を示す。レーダー方程式と関連アンテナ利得伝達関数とともに、反射信号の非線形散乱に原因して、距離（例えば、 $1/XN$ 、 $1.5 < N < 3$ ）の関数として受信信号レベルが低下する。

【0044】

したがって、ジェスチャチャンネルからのジェスチャ出力信号及び／または（ジェスチャチャンネルと同じであってもなくてもよい）モーションチャンネルからの運動信号の処理によって、特定のジェスチャまたは運動が1つ以上のプロセッサにおいて検出され得る。これは、信号から特徴を算出し、特徴及び／またはの特徴の変化を1つ以上の閾値と比較することによって、または信号のパターンを識別することによって達成され得る。信号のそのような特徴は、例えば、信号の位相、振幅及び／または周波数の平均値または中央値、これらの値のいずれかの標準偏差など、信号に関連付けられたパラメータの統計値であってもよい。

【0045】

適切な特徴は、分類器のトレーニングによって決定され得る。算出された特徴の分類は、次いで、トレーニングされた分類器を用いたジェスチャ検出の基準として役立つ。例えば、1つ以上のプロセッサは、ジェスチャ信号の位相、振幅及び／または周波数特性のうちの任意の1つ以上を評価して、特定のジェスチャまたは運動に関連付けられた信号におけるパターンまたは他の指標を検出し得る。場合によっては、該特性は、振幅リズム（amplitude cadence）（例えば、振幅及び側波帯）及びジェスチャが持続する間の時間を含み得る。この点に関して、信号の分析は、センサを基準としたある特定の動作（例えば、該センサに近づくまたは離れる）に関して生成される信号特性の識別を可能にする。これは異なる動作が、定義の異なる振幅、周波数及び／または位相特性を生成し得るからである。そのような分析は、いくつかのジェスチャ（例えば、異なる所定のトレーニングされたジェスチャのグループから1つを選択する）を区別するように特定のジェスチャのパターンを選択することを含み得る。場合によっては、システムはまた、運動またはジェスチャ信号の認識された正しいまたは誤った検出に基づいてユーザからのフィードバックを処理し得る。システムは、この入力に基づいて分類を随意に更新することができ、パフォーマンス／認識を最適化するために、特定のジェスチャの1回以上の繰り返しを行うようユーザに随意に促すことができる。このようにして、システムは、特定のユーザのジェスチャに適合（パーソナライズ）し、異なるユーザのジェスチャを識別し分離（区別）するように構成され得る。

【0046】

この点に関して、センサに向かうまたはセンサから離れる速いまたはゆっくりした及びまたは長いまたは短い手ジェスチャは、明確に検出可能な信号を生成することができる。センサを横切る動作は、センサに向かう及び離れる運動成分を生成するが、この動作成分は小さい。したがって、センサを横切る動作は、顕著な特性を生成するが、より小さい振幅、より低い周波数においてであり、かつ中心線に基づく位相変化を生じる。

【0047】

センサに向かう動作は、動作がセンサから離れるときに反転される特定の位相回転を常に有する。従って、位相はジェスチャの方向情報を提供することができる。周波数スペクトログラムは、特定のジェスチャに関して特徴的な動作速度を明確に示し得、スペクトログラムの特徴を処理することによって識別され得る。

【0048】

振幅特性は、振幅が位置（センサからの距離）とともに目標断面／サイズによって変化することが見られるので、使用前に信号調整が必要な場合がある。

【0049】

目標の半径方向の速度と方向を抽出することが可能である。センサ範囲（例えば、1.8～2m）内では、それは、近くにある小さな目標またはさらに離れた目標であってもよい。したがって、ジェスチャチャネルから抽出された、速度、速度の変化、距離、距離の変化、方向、方向の変化などは、特定のジェスチャの検出のための特性としても機能し得る。

【0050】

一般に、ジェスチャ及びモーションチャネルから出力される信号の周波数及び振幅は、ベースバンド回路の増幅及びフィルタリングに依存する。1つのバージョンでは、ジェスチャ／運動伝達関数を実装する回路は、所望の範囲（例えば、約0.86Hz～161Hz）における利得（例えば、9.5）及び周波数BW（帯域幅）（例えば、約160Hz）を有する帯域通過濾波増幅器（band pass filtered amplifier）で構成されてよい。そのような例は、図6aの伝達関数シミュレーショングラフに示されている。これは、オプションとして、ローパスフィルタとハイパスフィルタの両方で実装されてもよい。

10

【0051】

いくつかのバージョンでは、ジェスチャチャネルは、アンチエイリアス・フィルタを含み得る。ジェスチャチャネル周波数特性は、より大きいまたはより小さいアンチエイリアシング・フィルタリングを含み得る。この特定の例に示されているように、160Hzの帯域端において信号レベルが10%未満（利得が6.7から6.1に低下）である。場合によっては、アンチエイリアシング・フィルタリングは、上記の段落で説明したバンドパスフィルタによって実装されてよい。

20

【0052】

場合によっては、プロセッサは、センサの放出された信号と受信された信号との間の時間差または位相差を算出し、該算出された時間差及び／または位相差に基づいて特定の動作／ジェスチャを識別し得る。

【0053】

以下では、例示的なジェスチャ検出について、プロセッサによって実行される分類器による検出のためのように、システムにおいてトレーニングされてよい手及び／又は腕の動きなどの、ある特定のジェスチャ／動作を参考にして説明する。他のジェスチャもトレーニングされてよい。

30

【0054】

例えば、いくつかのバージョンでは、処理方法（例えば、アルゴリズム処理ステップ）のグループ及び関連デジタル信号処理は、呼吸による胸部の運動、揺すり検出及び除去、並びに手や腕の動き、剃る（例えば顔の）または搔く（例えば、物理的刺激又は不快による）などの多数の行為に起因する身体全体及び微少運動検出（ジェスチャ検出）によって引き起こされるものを含む、生理的繰返し及び／又は変化する動作を決定するために実施され得る。そのようなシステムへのキー入力特徴は、検出された信号の振幅（時間）、周波数及び位相特性のいずれか1つ以上から導出される。

【0055】

本質的には、適用される処理は、大きなノイズ及び交絡成分（センサ固有のノイズ、センサ信号「フォールドオーバー」（周波数依存）、センサ位相不均衡（存在する場合）、異なるタイプの生理的運動、及び他の動作源と背景クラッタに起因した）の存在下で同相（I）及び直角位相（Q）信号からの方向変更情報の解明を可能にする。処理されたチャネル信号（同相及び直角位相）は、無線周波数RADARによって記録され得る、そして適切なADCモジュールを使用してデジタル化され得る。これらのRF信号は、パルス状（例えば、10.525GHzのセンサ等に適用）の連続波、すなわちパルス連続波になることができる。

40

【0056】

信号はフィルタバンクに供給又は入力され得る。該フィルタバンクでは、バンドパスフ

50

ィルタリングを含む一連のデジタルフィルタが低周波揺すり情報を検出して除去するために適用される。

【0057】

2つのチャネルの位相情報は、時計回り／反時計回りのパターンを生成するために比較され得る。ヒステリシスとグリッチ検出は、信号折り返しを抑制するために適用され得る、そして結果得られた信号は、基準のセンサフレームへの運動源の相対的な方向を表す。ピーク／トラフ検出及び信号追従は、この処理を支援するために追加的に実施され得る。したがって、システムは、運動がセンサに向けられているか又は離れているか及び方向を変えているかどうかを判断することができる。

【0058】

センサ上のアナログフィルタリングは、いくつかのバージョンにおいてサンプリング前に帯域幅を広げるように修正することができる。

【0059】

例示的なジェスチャ／運動

ジェスチャA：

検出可能なジェスチャAは、図7～図10を参照して考察され得る。実施例Aにおいては、ジェスチャは人がセンサの前方約70cmに着座するときなど、手の動きに基づいている。この運動はセンサから約40cmで手のひら（上向きにまたはセンサの前方を向いている）手のひらから始まる。これは、全体動作中の最も遠く離れた点であった。最も近い点は、約15cmかもしれない。手をセンサに向かって伸ばして（動かして）（1秒かかる）短い休止後引き戻す（1秒かかる）。この運動は、正弦波の繰り返しと考えてもよい。完全なジェスチャは約2秒かかる。ジェスチャチャネルからのセンサ記録は、単一のジェスチャ（図8では10回と図9では1回）の繰り返しに関して示されている。図8は、変化する振幅対時間、周波数（スペクトログラム）、及びジェスチャチャネルからセンサ記録の時間に対する変化する位相データのプロットを示している。位相方向は、図8、図9及び図10に示すように、異なる軸にI及びQ信号出力を適用することにより、時間に対してプロットされてもよい。

【0060】

図8～図10は、センサに向かう動作が固有の位相回転を有し、これは動作がセンサから離れているときに反転されることを、ジェスチャAに関連して示している。したがって、この位相の分析は、ジェスチャの方向性情報を提供することができる。

【0061】

周波数スペクトログラムは、ジェスチャに関する特徴的動作速度を明確に示す。この周波数「チャープ」は独特なパーソナリティ（すなわち、プロセッサにおいて分類することができる）を有している。図9は、図7に概略示された動作／ジェスチャのクローズアップ図を描写している。図8は、このジェスチャの複数のインスタンスを描写している；時間ドメイン信号振幅がされるとともに、スペクトログラム及び位相もプロットされている。該スペクトログラムは、x軸上に時間、y軸上に周波数、そして特定の周波数に関して特定の時間における強度を異なる色として示している。この例では、被験者はセンサの前方約70cm着座した。この運動は全体動作中で最も遠く離れた点である、センサから40cmにおいて手のひら（上向き）で始まる。最も近い点は15cmであった。手をセンサに向かって伸ばして（1秒）、短い休止後引き戻す（1秒）。その意図は、正弦波を繰り返すことであった。完全なジェスチャは2秒かかった。完全なジェスチャは10回繰り返された（図8による）。図9は、運動がセンサに向かっている、センサに接近している、次にセンサから離れている場合を示している。この場合について、最大周波数は90～100Hzの範囲にあることが見られる。位相はセンサに向かって動作中に時計回りに、離れるときにび反時計回りに動くことが見られる。図10において、I及びQ（同相及び直交位相）チャネルが、位相方向のための分析の第2の方法として、MATLAB（Mathworks社、Natick）を使用して3D図形上の時間に対してプロットされた。

10

20

30

40

50

【0062】

振幅が位置（センサからの距離）とともに目標物断面／サイズに応じて変化するように見られるので、振幅特性が使用前に信号調整を採用してもよい。

【0063】

目標物の半径方向速度及び方向も抽出され得る。センサ距離（例えば、2 m）内では、それ（目標物）は接近した小さな目標物またはより離れたより大きな目標物であるかもしれない。

【0064】

ジェスチャ B

別の検出可能なジェスチャ B（腕及び手）は、図 1 1 及び図 1 2 を参照して考察することができる。運動は一杯に伸ばした腕で始まる。図 1 1 に示すように、手は次いで身体を横切って完全にスイングされる。腕がセンサ近傍（5 cm）からセンサから最も離れる（135 cm）まで動かされるにつれて、手のひらは自然に上向きから下向きまで変化する。ジェスチャの途中点で（頭の上方での腕のスイングアークのピークにおいて）手のひら方向が変化する。

【0065】

完全なジェスチャは 4 秒未満かかり、また例えば着座位置で行うことができる。

【0066】

約 2 m／秒の速度を有するジェスチャ B は、140 Hz の周波数を生成する。これは、0 m／秒の開始及び終了速度で 1 秒の周期にわたって 1 m の距離内で生じる。

【0067】

センサは検出のために人のほぼ近くに配置されてもよい（例えば、胸の中心から 95 cm）。例えば、ジェスチャの全体運動の間中最も遠くに離れた点は、センサから約 135 cm であってよい、かつ最も近い点は約 5 cm であってよい。そのような最も近い及び最も遠くに離れた点は指の先端からの測定を基準にして考慮されてよい。図 1 2 は、ジェスチャの検出のために処理されてよい振幅、周波数及び位相特性を示す。

【0068】

シェービング動作

システムは多くのタイプの行動に適用されてよいが、好ましくは、反復動作に関連したものがよい。例としては、水洗い、髪をとく、ブラシをかけるまたは磨く（例えば、毛髪または歯）またはシェービングストロークなどの行動を検出及び分類することが挙げられる。場合によっては、システムは、記録された一次動作が特定の行動（例えば、シェービング情報及び／または水洗い情報）を含むと仮定してもよい。ジェスチャチャネルを分析することによって、例えば、ストローク総数の推定、動作の方向の変化の検出を求めることができる。同様に、ストロークの相対的な方向 - アップ／ダウンまたはダウン／その他、等を求めることができる。動作源の相対的な方向を検出することができる。ストロークレート（ストローク数）を求めることができる。

【0069】

起こりそうなストロークイベントを検出することにより、毎分当たりストロークレートの推定値を算出し、提供することが可能である。高いピークレートのイベントは、起こり得る水洗いイベントとして標示されている。

【0070】

システムのいくつかのバージョンでは行動タイプまたはジェスチャプロセッサは、以下の処理工程のいずれか一つ以上を実施し得る：

- ジェスチャ信号のスペクトル成分を算出する
- 高速フーリエ変換を適用してローリング・ウィンドウでのピーク（周波数ドメイン）を見つける
- 各正弦波様ピーク間の距離を算出する
- 信号のゼロ交差を算出する（時間ドメイン）
- 運動及び持続時間の相対的な方向を推定する

10

20

30

40

50

- 2つのチャネル間の位相シフトを抽出する。

短時間フーリエ変換またはウェーブレットのような代替的な時間周波数解析も実現され得る。

【0071】

一般に、複合型センサ信号は、腕の動き、頭の動き、胴体の動き等に基づいている。他の動きも検出することができる。

【0072】

いくつかのバージョンでは、時計回り／反時計回り方向変更情報は、方向の変化を表すためにインパルスを生成するようにクロックされてもよい。これらのパルスはカウンタに対して実装され得る、そして異なる発生回数にグループ化され得る。図13は、I/Q位相信号差が変化するにつれて検出のための方向の変化を示している。

10

【0073】

したがって、シェーピングの行為と整合の取れた典型的な回数は記録されることができ、よってシェーピングの周期が推測されることができる。超高周波数情報に関連付けられた回数の増加は、顔への腕の動き、またはカミソリ刃の水洗いとして推論されることができる。

【0074】

シェーピングまたは他の動作及びジェスチャ検出用のRFセンサを使用することの利点は、ユーザまたはユーザグループからの写真／ビデオをキャプチャ及び処理する、例えばビデオベースのシステムに対するプライバシーの向上である。

20

【0075】

レートの減少及び方向の変化は、呼吸を検出するために使用することができる。加えて、時間ドメインと周波数ドメイン処理は、特定の帯域を局在化するために信号に適用される。

【0076】

呼吸は、予期しない方向変化挙動特性とともにレートの相対的な変化を検出することによって交絡人体揺すりからさらに区別されることができる。図13は、I/Q位相差が変化するにつれての方向変化検出を示している。図13において、左上パネルのIQプロットは、時計回り方向に動いているトレースを表している、また左上パネルは反時計方向に動いているトレースを示している。時計回りから反時計回り方向（またはその逆）への変化は、その中のトップラインによって左下及び右のパネルに示されている方向変更トレースを生じさせる。中間及びボトムラインは、この例では、I又はQチャネルのいずれかをそれぞれ表している。

30

【0077】

一実施例バージョンにおいて、行動のストローク（例えば、シェーピングストローク）は、以下に挙げる処理を適用して計数することができる：

- バンドパスdフィルタリング
- 時計回り／反時計回りから状態の変化を算出する。
- ヒステリシスを付与する（信号の小さなブリップ上に不リッピング状態、例えば、折り返しを避ける）。
- ゼロ点の周りの特徴更新を抑制する
- 結果得られた信号を微分する。
- （例えば、戻りストロークを識別するために）遷移回数を計数する。

40

【0078】

このような検出処理を示す信号グラフを図14に示す。

【0079】

このようなジェスチャ／行動検出トレーニングを実行する際に、図15に示すように、分類は次のように行われてもよい。センサからの一組の記録が読み出しステップ1502においてアクセスされてよく、トレーニングセットとして使用されてよい。（位相、周波数及び振幅を有する）適切な検出特徴は、例えば特徴生成ステップ1504において生成

50

されてよい。トレーニング・セットアップ・ステップ1506において、分類器の構成は、特定の動作／ジェスチャに関して作成されてもよい。その後、ある動作を、算出された特徴の最も関連するものに関連付けるために、特徴がトレーニング分類ステップ1508において処理されてよい。さらなるトレーニングがチェックステップ1512において所望される場合、例えば改善された分類トレーニングが所望される場合、トレーニング分類を繰り返してもよい。事前テスト・セットアップ・ステップ1505において、分類器の構成は、先に分類された動作／ジェスチャの特徴を評価するためにアクセスされてよい。これらの事前分類された動作は、その後、分類ステップ1507において新たに生成された特徴と比較して、その特徴に基づいて、事前分類された動作の1つを識別してもよい。任意選択的に、トレーニングやテストからの分類器の性能を、識別された特徴を用いてビデオ性能ステップ1510、1509において評価して、ビデオを利用したアノテーション（すなわち、同時ビデオが既知のジェスチャのパフォーマンス（実行）中に記録されて動作信号の後からのアノテーションのためのタイムスタンプ基準として作用する：これは信号の人間の採点及び／または実行される対象の動作／ジェスチャ・イベントの別々のログを必要とする）と比較してよい、そして比較の結果に基づいて、特徴を微調整する必要がある。独立したテストセットを次いで使用して、結果得られた特徴の構成をテストしてもよい。この種の教師あり学習（教師なし学習も他の技術を使用して可能である）については、独立したテスト・セットは、システムの見込みのある現実世界のパフォーマンス（すなわち、未知のデータのパフォーマンス）をチェックするためにトレーニングセットに使うにはためらわれている。開発プロセスの間に、反復はパフォーマンスを最大化するためにトレーニングセット上で行われ、可能な限りパフォーマンスをの最大化する最小数の特徴を使用することを目指している。主成分分析（PCA）または他の次元削減は、このような特徴を選択するために実装されてもよい。ステップ1502、1504、1505と1507は、トレーニング及び試験を実施しない場合に、前述したように動作識別を行う目的のために、検出装置100内のまたは関連付けられた、プロセッサまたはコントローラによって実施されてよいことが認識されるであろう。

【0080】

例えば、コルモゴロフスミルノフ（Kolmogorov-Smirnov:KS）の適合性度仮説の統計的検定は、データの目標ブロックの累積分布関数をトレーニングデータと比較するために実施されてもよい。そのようなブロック毎の分類は図16の例に示されている。この分類は、以下のプロセスのいずれか一つ以上を用いて実施してもよい。

【0081】

（1）バイオモーション（生き物の運動）ブロック分割

I信号及びQ信号のデータが連続非重なりブロックまたは部分重なりブロックのいずれかの分割することができる。例えば、50%の重なりを有する1*160サンプル（160Hzで1秒）のブロック長さ、またはなにか他の組み合わせが使用できるかもしれない。計算の複雑さは、ブロックの長さを変えることによって、及び／または重なりを量を変化させることにより精度に代えることができる。

【0082】

（2）ブロック前処理

データのブロックをチェックして、データが存在または不在セクション内に入るかどうかを確認することができる（すなわち、1つのセンサまたは複数のセンサの範囲内の呼吸数及び／または心拍を持つユーザが存在するか；15秒と60秒間で呼吸数検出については、複数の呼吸サイクルを検出するためにデータの追加が必要になることがある。さらに、ブロックをチェックして可能なRF干渉信号が検出されないことを確認してもよい（すなわち、動作／ジェスチャ信号をRFトランシーバによって検出されるかもしれないRF干渉の強いソースから区別するために；また、ファンのような他の非バイオモーションソースがこの段階で検出され、拒否されてもよい）。検討中のブロックがこれらの基準を満たしていない場合、それは任意選択的に、それ以上分類されないでもよい。ユーザが実際にセンサの近傍にいる可能性を確認するために、1つのブロックまたは複数のブロックは

また、ユーザや部屋環境の他の情報源と相互参照及び／または相関されてよい；例えば、ウェアラブルデバイスからのデータ、携帯電話からの場所や動作データ、室内環境のセンサ、ホームオートメーションやその他のセキュリティセンサからのデータ。

【0083】

(3) 特徴抽出

考慮中のブロックについては、時間ドメイン（時間的）及び周波数ドメインまたは時間／周波数特徴の数（すべてまたはサブセット）を次のように算出することができる。異なるブロックの長さを同時に考慮することができることに留意されたい。

- I & Q 信号の（または導出された特徴の）変換されたトリム平均及び中央値（当該変換は、例えば、平方根、2乗または対数であるがこれらに限定されない）

10

- 規定された範囲（例えば、5%から95%までのレンジまたは四分位範囲のレンジであるがこれに限定されない）をカバーして、補間または他の方法を用いては算出された、信号における変換された広がり具合（当該変換は、例えば、平方根、2乗または対数であるがこれらに限定されない）。

— ヒルベルト変換を使用した信号（I & Q）のエンベロープ

— 信号の周囲の例に対する信号（I & Q）の相対振幅

— 信号（I & Q）のゼロ交差

— 移動窓内のピーク周波数

— ピーク周波数対2倍波及び3倍波の比

— 位相方向（時計回りまたは反時計回り）

20

— 位相速度

— 信号内の呼吸信号及び／または心臓信号の存在（またはその欠如）（すなわち、動作をバイオモーション、例えば、人によって作られたもの動作に関連づける）

— I & Q チャンネルにおける類似の動作信号または動作信号の差の存在

【0084】

(4) ブロック分類

一例として、特性分布を有する入力特徴集合について、Kolmogorov-Smirnov (KS) 2 サンプル・ノンパラメトリック適合性 (goodness of fit) 検定を使用してこの基準サンプル（例えば、時間、周波数、位相等から導出されたシェーピング運動、特定の手のジェスチャの特徴）を、センサ（単数または複数）によって捕捉された新たなサンプル分布（例えば、検出された新たなサンプルの経験分布関数と基準分布の累積分布関数との間の距離を定量化すること）と比較してもよい。KS の多変量バージョンが実装されてもよいが、これは複数の累積密度関数の比較を行うことが必要になり得る。

30

【0085】

別の例として、Fisher の線形判別ルールに基づく線形判別分類器 (LDC) が、各非重なり (non-overlapped) または重なり (overlapped) ブロックに適用される。供給されるデータの各ブロック毎に、複数の所定の出力クラス—例えば、異なる動作又はジェスチャ状態が存在する。分類器は、入力特徴の集合に応答して、各クラスの確率推定値を表す数字の集合を出力する。線形判別式は、超平面の集合を使用して、特徴空間を異なるクラスに分割する。モデルの最適化は、直接計算によって達成され、ニューラルネットワークのように他のモデルを基準にして非常に速い。

40

【0086】

LDC のトレーニングが次のように進行する。x をデータ集合から算出した特徴値を含む $d \times 1$ 列ベクトルとする。x を c の可能なクラス（我々のケースでは $c = 2$ ）の 1 つに割り当てたい。合計 N 個の特徴ベクトルは分類器をトレーニングするために利用可能であり、特徴ベクトルの数が N_k に等しいクラス k を表す、すなわち：

【数 3】

$$N = \sum_k N_k \quad (1)$$

【0087】

クラス k における n 番目のトレーニングベクトルが、 $\mathbf{x}_{k,n}$ として表される。クラス条件付き平均ベクトル $\boldsymbol{\mu}_k$ が以下のように定義される：

【数 4】

$$\boldsymbol{\mu}_k = \frac{1}{N_k} \sum_{n=1}^{N_k} \mathbf{x}_{k,n} \quad (2) \quad 10$$

【0088】

ここで、すべてのクラスにわたって定義された共通共分散行列を定義する（つまり、各クラスがその平均値においてのみ異なり、その高次統計量においては異ならないと想定する）。共通共分散行列は次のように定義される：

【数 5】

$$\Sigma = \frac{1}{N-c} \sum_{k=1}^c \sum_{n=1}^{N_k} (\mathbf{x}_{k,n} - \boldsymbol{\mu}_k)(\mathbf{x}_{k,n} - \boldsymbol{\mu}_k)^T \quad (3) \quad 20$$

【0089】

$\boldsymbol{\mu}_k$ 及び Σ はトレーニングデータを使用して算出される。いったんこれらの値が算出されると、任意のデータベクトル $\mathbf{x}$ についての判別値 y_k が次式を用いて算出することができる：

【数 6】

$$y_k = -\frac{1}{2} \boldsymbol{\mu}_k^T \Sigma^{-1} \boldsymbol{\mu}_k + \boldsymbol{\mu}_k^T \Sigma^{-1} \mathbf{x} + \log(\pi_k) \quad (4)$$

【0090】

ここに、 π_k はクラス k からのものであるベクトル $\mathbf{x}$ の事前確率である。次式を用いて判別値を事後確率に変換するのは簡単である：

【数 7】

$$p(k|\mathbf{x}) = \frac{\exp(y_k)}{\sum_{k=1}^c \exp(y_k)} \quad (5)$$

【0091】

この公式化は、判別値から事後確率へのマッピングを提供する。 $\mathbf{x}$ に割り当てられた最終的なクラスは最高の事後確率を持つクラスである。これはブロック出力となる。

【0092】

しかし、このシステムはまたニューラルネットワーク、深層学習分析等の方法を採用することができる - 特に合理的な計算能力が利用可能である場合。（例えば、画像処理に使用し得るような）形態素信号処理を含むより複雑な方法は、より複雑な分類方法を使用するとき特徴分析を増強することができる：これらは、複雑な動作／ジェスチャで見られるパターンを検出するのにより適切であり得る。

【0093】

行動の周期的性質は、行動に関して I チャネル、Q チャネル、ストロークとストロークレートを示す、図 17 の信号のグラフにさらに示されている。シェーピング行動を想定し

40

50

ているこの例では、4番目の（一番下の）軸が、黒ドット（一番下のパネルに「ストロークレート」とラベル付けされた図17中に「DD」とラベル付けされた一高レート区域がこれらのリンス点を示している）で予想カミソリ洗い周期を示している。これはシェービング行動の周期的性質の検出を明らかに示している。

【0094】

さらなる例示的ジェスチャ／運動

図18～図25にさらに示しているように、追加の動作ジェスチャがセンサ・ジェスチャ・チャンネル信号の位相、周波数及び／または振幅の分析によって検出され得る。センサから一定の距離が設けられているが、これらの距離は、センサの構成された検出範囲に応じて変更され得ることが認識されるであろう

10

【0095】

ジェスチャ1：

ジェスチャ1は、図18a～図18cを参照して考察することができる。この例では、センサは、胸の中心からのある距離（例えば、70cm）に配置することができる。センサは、（図18aの視聴者の方向にジェスチャ被験者から離間されている（これはまた、後続の図19a、図20a、図21a、図22a、図23a及び図24aにも当てはまる）。全体動作の間中で最も遠く離れた点がセンサから約55cmのものであってもよいし、最も近い点が約45cmであってよい。最も遠く離れた点は、指の先端を基準にして測定されてよい。図18aに示すように、腕をセンサに平行にして手の運動が行われる。手だけがセンサに鉛直に前後に動く。完全なジェスチャ1は、約2秒かかる。この運動は、着座位置または立ち位置から行われてよい。図18b（ジェスチャの10回の反復）及び図18c（単一のジェスチャ）に示すように、位相、周波数及び振幅のうちの任意の1つ以上の特徴が、ジェスチャまたは繰り返しジェスチャの検出のために分類されてよい。

20

【0096】

ジェスチャ2：

ジェスチャ2は、図19a～図19cを参照して考察することができる。この例では、センサは、胸の中心から約70cmに位置付けられた。ジェスチャは、センサの前で手を振ると考えてもよい。全体動作中で最も遠く離れた点がセンサから約50cmであった、最も近い点が約45cmであった。最も遠く離れた点は、センサから約24度の角度で指の先端まで測定された。図19aに示すように、運動はセンサに平行な腕で始まる。手のみがセンサに平行に前後に動く。完全なジェスチャは約2秒未満かかる。この動作は立ったまま横たわったまま、若しくは着座位置から行ってもよい。

30

【0097】

図19b（ジェスチャの10回の繰り返し）及び図19c（単一のジェスチャ）に示すように。位相、周波数及び振幅のうちの任意の1つ以上の特徴がジェスチャまたは繰り返しジェスチャの検出のために分類されてよい。

【0098】

ジェスチャ3：

ジェスチャ3は、図20a～図20cを参照して考察することができる。この例では、センサは胸部の中心から70cmに位置付けられた。全体動作中で最も遠く離れた点がセンサから約85cm、最も近い点が45cmであった。最も遠く離れた点が指の先端を基準にして測定される。最も近い点は、センサから腕までの最短距離であって、指の先端ではない。図20aに示すように、腕と手の運動は、センサに平行な腕で始まる。腕はその後、元の位置に戻る前に、人体に交差する。完全なジェスチャは約2秒かかる。この動作は立ったまま横たわったまま、若しくは着座位置から行ってもよい。

40

【0099】

図20b（ジェスチャの10回の繰り返し）及び図20c（単一ジェスチャ）に示すように、位相、周波数及び振幅のうちの任意の1つ以上の特徴は、ジェスチャまたは繰り返しジェスチャの検出のために分類されてよい。

【0100】

50

ジェスチャ 4 :

ジェスチャ 4 は、図 2 1 a ～図 2 1 c を参照して考察することができる。この例では、センサは胸部の中心から約 7 0 c m に位置付けられた。全体動作中の最も遠く離れた点は、センサから約 6 0 c m、最も近い点が約 4 5 c m であった。最も遠く離れた点は、指の先端を基準に測定される。最も近い点は、アームのセンサから腕までの最短距離であって、指の先端ではない。図 2 1 a に示すように、腕と手の運動はセンサに平行に、腕をに上げて、指の先端が上方向を向いた状態から始まる。腕はセンサに平行に動く。完全なジェスチャは約 2 秒未満かかる。この動作は立ったまま横たわったまま、若しくは着座位置から行ってもよい。

【0 1 0 1】

図 2 1 b (10 回繰り返しのジェスチャ) 及び図 2 1 c (単一のジェスチャ) に示すように。位相、周波数及び振幅のうちの任意の 1 つ以上の特徴が、ジェスチャまたは繰り返しジェスチャの検出のために分類されてよい。

【0 1 0 2】ジェスチャ 5 :

ジェスチャ 5 は、図 2 2 a ～図 2 2 c を参照して考察することができる。この例では、センサは胸部の中心から約 9 5 c m に位置付けられた。全体動作中の最も遠く離れた点は、センサから約 1 3 5 c m、最も近い点が約 5 c m であった。最も近い点と最も遠く離れた点は指の先端を基準に測定される。図 2 2 a に示すように、運動は一杯に伸ばした腕から始まる。手はその後、人体を横切って一杯に振られる。完全なジェスチャは約 4 秒未満かかる。この動作は立ったまま横たわったまま、若しくは着座位置から行ってもよい。

【0 1 0 3】

図 2 2 b (10 回繰り返しのジェスチャ) 及び図 2 2 c (単一のジェスチャ) に示すように。位相、周波数及び振幅のうちの任意の 1 つ以上の特徴は、ジェスチャまたは反復ジェスチャの検出のために分類されてよい。

【0 1 0 4】ジェスチャ 6 :

ジェスチャ 6 は、図 2 3 a ～図 2 3 c を参照して考察することができる。この例では、センサが胸部の中心から約 7 0 c m に位置付けられた。全体動作中の最も遠く離れた点はセンサから約 9 5 c m と最も近い点が約 5 0 c m であった。最も遠く離れた点が指の先端を基準にして測定される。最も近い点は、センサから肩部までの最短距離であって、指の先端ではない。図 2 3 a に示すように、腕と手の運動は頭の上に腕を一杯に伸ばした状態から始まる。手はその後、9 0 度の角度で振り下ろされる。完全なジェスチャは約 3 秒かかる。この動作は立ったまま横たわったまま、若しくは着座位置から行ってもよい。

【0 1 0 5】

図 2 3 b (10 回繰り返しのジェスチャ) 及び図 2 3 c (単一のジェスチャ) に示すように。位相、周波数及び振幅のうちの任意の 1 つ以上の特徴は、ジェスチャまたは繰り返しジェスチャの検出のために分類されてよい。

【0 1 0 6】ジェスチャ 7 :

ジェスチャ 7 は、図 2 4 a ～図 2 4 c を参照して考察することができる。この例では、センサは、胸部の中心から約 7 0 c m に位置付けられた。全体動作中の最も遠く離れた点はセンサから約 5 2 c m と最も近い点が約 5 0 c m であった。図 2 4 a に示すように、腕と手の運動は、腕をセンサに平行にして手のひらを上向きにした状態から始まる。手はその後、元の位置決幅に戻る前に約 1 5 c m 引き上げられる。完全なジェスチャは約 2 秒かかる。この動作は立ったまま横たわったまま、若しくは着座位置から行ってもよい。

【0 1 0 7】

図 2 4 b (10 回繰り返しのジェスチャ) 及び図 2 4 c (単一のジェスチャ) に示すように。位相、周波数及び振幅のうちの任意の 1 つ以上の特徴は、ジェスチャまたは繰り返しジェスチャの検出のために分類されてよい。

【0108】

寝返り運動 1

寝返り検出は、図 2 5 a 及び図 2 4 b を参照して考察することができる。睡眠情報検出のために、寝返りは人が眠りにつけないことの徴候であると見なされている。この例では、運動は例えば、人が仰向けになっている状態から始まる。人はセンサに向けて横に転がり、これに約 2 秒かかり得る。その後休止があり得る（例えばテスト例で約 1 秒など）。人は次いで、センサから離れて初期位置まで転がり、これに約 2 秒かかり得る。図面の信号データでは、完全な運動に 5 秒かかる（2 回の寝返り）。これはデータでは 10 回繰り返される。

【0109】

10

図 2 5 a（10 回繰り返しの寝返り動作）及び図 2 5 b（寝返り）に示すように、位相、周波数及び振幅のうちの任意の 1 つ以上の特徴は、動作または反復動作の検出のために分類されてよい。

【0110】

寝返り運動 2

寝返り検出は、図 2 6 a 及び図 2 6 b を参照してさらに考察することができる。この例では、運動は例えば、被験者が仰向けになっている状態から始まる。その人は次いで、センサから離れて自分の横に転がり、これに約 2 秒かかり得る。その後休止があり得る（例えばテスト例で約 1 秒など）。その人は次いで、センサに向けて最初の位置まで転がり戻る。これは約 2 秒かかり得る。図面の信号データでは、完全な運動には 5 秒（2 回の寝返り）かかる。これはデータでは 10 回繰り返される。

20

【0111】

図 2 6 a（10 回繰り返しの寝返り運動）及び図 2 6 b（寝返り）に示すように、位相、周波数及び振幅のうちの任意の 1 つ以上の特徴は、運動または反復運動の検出のために分類されてよい。

【0112】

寝返り運動 3

寝返り検出は、図 2 7 a 及び図 2 7 b を参照してさらに考察することができる。この例では、運動が図 2 6（寝返り運動 2）の寝返り運動よりも少し長い。該運動は、例えば被験者が仰向けになっている状態から始まる。その人は次いで、センサから離れてうつ伏せまで転がり、これに約 3 秒かかり得る。その後休止があり得る（例えばテスト例で約 1 秒など）。その人は次いで、センサに向けて転がり最初の位置まで戻ってよい。これに約 3 秒かかり得る。図面の信号データでは、完全な運動に 7 秒（2 回の寝返り）かかる。これはデータでは 10 回繰り返される。

30

【0113】

図 2 7 a（10 回繰り返しの寝返り動作）及び図 2 7 b（寝返り）に示すように、位相、周波数及び振幅のうちの任意の 1 つ以上の特徴は、動作または反復動作の検出のために分類されてよい。

【0114】

寝返り運動 4

40

寝返り検出は、図 2 8 a 及び 2 8 b を参照してさらに考察することができる。この例では、この運動が図 2 5（寝返り運動 1）の寝返りの運動よりも少し長い。該運動は、例えば被験者が仰向けになっている状態から始まる。その人は次いで、センサに向かって仰向けになるまで転がり、これに約 3 秒かかり得る。その後休止があり得る（例えばテスト例で約 1 秒など）。その人はその後、センサから離れる方に転がって元の位置に戻ることができる。これには約 3 秒かかり得る。図面の信号データでは、完全な運動に 7 秒（2 回の寝返り）かかる。これはデータでは 10 回繰り返される。図 2 7 a（10 回繰り返しの寝返り動作）及び図 2 7 b（寝返り）に示すように、位相、周波数及び振幅のうちの任意の 1 つ以上の特徴は、動作または反復動作の検出のために分類されてよい。

【0115】

50

一つの代替のアプローチでは、レファレンスシグネチャを提供するために、グローバルな特徴がスペクトログラムから直接抽出され得る。ジェスチャと寝返り形態から描写されるように、各ジェスチャのための特徴的なパターンは、カラースペクトログラムに見ることができる。そのようなアプローチは - 例えば、ブロック毎に若しくは領域アプローチにおいて、スペクトログラム画素の色情報を処理及び解析することによって実行され得る。任意選択的に、エッジ検出を含む及び特定パターンを囲むなどの、エンハンスメントが実行されてもよい；これは、周囲の画素内のノイズを除去または低減するのに有効にすることができる。色は色空間に応じて、例えばRGB（赤、緑、青）またはCMYK（シアン、マゼンタ、黄、黒）において処理され得る；それぞれが別個のチャンネルとして扱われてよい。色強度は強度値（例えば、低、低-中、中、中-高、高または他の何らかの組合せ）によって区別され、その後にニューラルネットワークなどの分類器に送ることができる。例えば、図22cとカラースペクトログラム及び図30の処理画像を考察する。ここでエッジエンハンスメントは、赤色ブロップ（集合体）の輪郭を捕捉し、斑点状の青／紫領域を拒絶することに向けられる。黄色の縞を有する赤色領域の形状は、このようにこのジェスチャタイプのイニシアルシグネチャ（テンプレート）を提供し、教師あり学習分類器で使うことができる。このジェスチャ（運動）の複数の反復の可変性は、図22bに示されているが、同じ基本形状と色が持続する。このパターンはこの繰り返し運動から平均化されることができ、この目標ジェスチャ（運動）のためのトレーニング入力を提供することができる。

10

【0116】

20

図30は、画像を示す。トップからボトムまでのパネル：トップパネルは、RGB色空間チャンネルを含み、第2のパネルはR（赤）チャンネルだけを示し、第3はG（緑）を示し、第4はB（青）を示し、且つボトムB-Dは青色チャンネルであり、ブロップ検出が強度値に適用され、まさに左の周波数成分を除去するために左にわずかにずれている（パネル1-4に示す）。最大周波数は170Hz（右端の「ブロップ」）から210Hz（左端の「ブロップ」）に及ぶ。このように、図30（ボトムから上へ2番目の画像）を参照して例示したように、画像データはトップ画像RGBのカラーデータを離散的な赤、緑、青のカラーチャンネル（それぞれトップ-中央画像R（赤）、中央画像G（緑）及びボトム2つの画像B（青）チャンネル）のうちのいずれか一つ以上に分割（図22[C]のオリジナル（トップ）を参照）してメインブロップ領域を選択するために処理されてもよい。人間の目にとって、最も明瞭なシグネチャはブルーチャンネル（ボトム）において明らかである；すなわち、黒領域を考慮する（画像の左側への縦ストライプを無視する）。ボトム画像B-Dは単離された青色チャンネルの重ね合わされたブロップ検出を示す。そのような分割／色分解及びブロップ検出は、本明細書でより詳細に説明するように、特徴検出及び／又は分類を伴うプロセスの一部のような、システムの1つ以上のプロセッサの適切なアルゴリズム（複数可）によって行われ得る。

30

【0117】

複数のRFセンサ（例えば、ステレオセンサシステム）：

模範単一のRFセンサについては、ユーザがセンサに向かってまたはそれから離れて移動するときにI及びQ位相を検出することができる。単一のセンサに垂直な（センサの面を横切って）動きは、はるかに小さい相対位相変化（例えば、センサの検出面を横切る円弧状に動きは、非常に低い測定可能な相変化を有するか若しくは全く有しないであろう。付加的なセンサ（例えば、第1のセンサ（例えば、互いからある角度の傾斜を持って）に隣接して配置された第2の（及びそれに続く）センサ（単数または複数）を備えたシステム）を使用して、入って来る及び出ていくオブジェクトの信号を検出できる。例えば、第2のセンサは、第1のセンサの円弧に位置決めされ得る（例えば、センサは、第1のセンサに対して45度であってよい若しくは第1のセンサに対して直交（90度）または他の適切な微分角度であってよい）。したがって、効果的なステレオセンサシステムは、センサに対応する種々の検出平面を横切る動き（例えば、第1のセンサに垂直な動きは、第2のセンサの信号の分析によってより明瞭に特徴付けることができる）をより効率的に検出

40

50

及び特徴付けることができる。このような場合には、運動／ジェスチャの分類は、考慮できる両方のセンサからの信号情報（例えば、両方のセンサから出力された位相から導出された特徴）を考慮に入れてもよい。そのようなシステムは、例えば、このように運動の方向に基づいて異なる制御信号を返してもよい。シェーピング分析については、顔（又は身体の他の部位）の象限を決定することができるだろう。ゲームの実装については、特定の局所化された動きを決定することができるだろう。

【0118】

したがって、2つのセンサは2次元（2D）におけるジェスチャを検出及び認識するために「ステレオ」システムとして協働して機能することができる。また、3つのセンサは例えば、レンジ・ゲート型RFセンサを使ってジェスチャの動きの三次元特性（3D）を識別するために使用することができる。したがって、複数のセンサからの検出信号を取得することによって単一のジェスチャを特徴づけてもよい。2センサ2次元の場合（すなわち、2D）、センサ1及びセンサ2のそれぞれからのI/Q信号（2つのセンサの場合ではI1、I2、Q1、Q2の差分-左と右）、プロセッサにより分析することができる。結果得られた振幅と位相の差が「x」、「y」出力を与える。場合によっては、結果得られたセンサフィールドに細粒度3次元ジェスチャ認識データを提供するために、3つのセンサを協働システムに実装して「z」軸を追加してもよい。このような場合において、I1、I2、I3、Q1、Q2、Q3の差分を3センサケースからの信号を用いてプロセッサにより評価して単一のジェスチャを判別してもよい。いくつかの実施形態では、3つのセンサのうち少なくとも2つを互いに直交するように設置することにより最大位相を得ることができる。

【0119】

いくつかのバージョンでは、アンテナが分離されている場合、マルチレイアンテナ（位相アレイアンテナ）は、1つのセンサ上に実装されてもよい。これによって、第2のセンサを不要にし得る。

【0120】

いくつかの場合において、ジェスチャが特定のオーディオ・シグネチャによって（例えば、アップコンバートされた信号を有するスピーカから音を発生することによって）検出（認識）できるように、RFセンサ動作信号が、例えばオーディオ周波数にアップコンバートされてもよい。これによって、人間が異なるタイプのジェスチャを区別することが可能になる、若しくは既知の音声認識アプローチを利用して分類及び／またはデバイス・トレーニングを増強することが可能になる。

【0121】

本明細書では、用語「備える（comprising）」はそれの「オープン」な意味合いで、すなわち「含む（including）」の意味合いで理解されるべきであり、したがって、その「クローズド」の意味合い、すなわち「のみから成る（consisting only of）」の意味合いに限定されるべきでない。対応する意味は、対応する用語「comprise」「comprised」、及び「comprises」がどこに現れるかに依るものである。

【0122】

本技術の特定の実施形態が記載されてきたが、本技術がその本質的な特徴から逸脱することなく他の特定の形態で実施できることが本技術分野の当業者には明らかであろう。本実施形態及び実施例は、したがって、すべての態様において例示的であって制限的なものではないと見なされるべきである。例えば、本開示は、手／腕に基づいたジェスチャ及び寝返りのような運動の検出について説明してきた一方で、同じ原理が他の大規模な動作にも適用可能である。例えば、ユーザがベッドで横臥位置と着座位置との間で動く（及びその逆も同様）、特定の目標物（テーブルランプ、または呼吸装置）等に手を伸ばすなどである。

【0123】

本技術分野において知られている事柄に対する本明細書での言及は、特段の説明がない

限り、その事柄が本技術に係る分野における当業者に一般に知られていることを認めるものではないということをさらに理解されたい。

なお、特願 2017-554454 の出願当初における特許請求の範囲の記載は以下のとおりである。

〔請求項 1〕

無線周波数送信機、無線周波数信号を放射するように構成された該送信機と；

前記放射された無線周波数信号のうち反射信号を受信するように構成された受信機と；

前記放射された無線周波数信号のうち前記受信された反射信号を処理し、動作出力信号を生成するように構成されたモーションチャンネル回路と；

前記動作出力信号を評価し、前記動作出力信号の振幅、位相及び周波数の任意の一つ以上に基づいて動作を識別するように構成されたプロセッサとを備える無線周波数の運動センシング装置。

10

〔請求項 2〕

前記識別された動作が、手のジェスチャ、腕のジェスチャまたは手及び腕の合成ジェスチャのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の装置。

〔請求項 3〕

前記識別された動作が寝返り動作を含む、請求項 1 に記載の装置。

〔請求項 4〕

前記識別された動作が行動を含む、請求項 1 に記載の装置。

〔請求項 5〕

前記識別された動作がシェーピング行動を含む、請求項 4 に記載の装置。

20

〔請求項 6〕

前記動作出力信号が、同相及び直角位相信号を含む、請求項 1～5 のいずれか一項に記載の装置。

〔請求項 7〕

前記放射された無線周波数信号が、パルス無線周波数発振信号を含む、請求項 1～6 のいずれか一項に記載の装置。

〔請求項 8〕

前記モーションチャンネル回路がバンドパスフィルタを含む、請求項 1～7 のいずれか一項に記載の装置。

30

〔請求項 9〕

前記装置が前記放射された無線周波数信号を代表する信号とともに前記放射された無線周波数信号の前記受信された反射信号を復調する、請求項 1～8 のいずれか一項に記載の装置。

〔請求項 10〕

前記装置が前記放射された無線周波数信号と前記放射された無線周波数信号の前記受信された反射信号との間の時間差及び／または位相差を算出し、該算出した時間差及び／または位相差に基づいて前記動作を識別する、請求項 1～9 のいずれか一項に記載の装置。

〔請求項 11〕

前記モーションチャンネルがアンチエイリアシング・フィルタを備える、請求項 1～10 のいずれか一項に記載の装置。

40

〔請求項 12〕

前記プロセッサが、前記動作出力信号の前記振幅、位相及び周波数の任意の 2 つから算出された複数の特徴に基づいて動作を分類するように構成されている、請求項 1～11 のいずれか一項に記載の装置。

〔請求項 13〕

前記プロセッサが、前記動作出力信号の前記振幅、位相及び周波数の任意の 1 つ以上を用いて算出された持続時間に基づいて動作を分類または識別するように構成されている、請求項 1～11 のいずれか一項に記載の装置。

〔請求項 14〕

50

前記プロセッサが、前記動作出力信号の振幅、位相及び周波数のそれぞれから前記複数の特徴を算出するように構成されている、請求項 1 2 に記載の装置。

[請求項 1 5]

前記複数の特徴が、前記動作出力信号の振幅、位相及び周波数の任意の一つ以上の分析から導出された決定持続時間を含む、請求項 1 2 及び 1 4 のいずれか一項に記載の装置。

[請求項 1 6]

前記算出された複数の特徴が：

(a) 停止周波数から動作中のジェスチャを経てある最大周波数まで、次に再び停止に戻ることから導出された周波数特性；

(b) 短時間フーリエ変換、I 及び／または Q チャンネルのピーク及び高調波トラッキング及び／またはチャンネル処理のいずれかを含む前記信号の時間及び周波数分析；

(b) I 信号と Q 信号間の位相差及び特性変化の平均値の標準偏差の一定数以内の繰り返し信号の評価：のいずれかを含む位相特性；

(c) ピーク（山）及びトラフ（谷）検出、ゼロ交差検出、及び信号検出の包絡線：のいずれかを含む振幅特性；及び

(d) 学習歪度、尖度、周波数の広がり、位相、振幅、平均値、及び／又は標準偏差：の 1 つ以上を含む、請求項 1 5 に記載の装置。

[請求項 1 7]

前期プロセッサが、前期産出された複数の特徴を 1 つ以上の閾値と比較するように構成されている、請求項 1 4 ～ 1 6 のいずれか一項に記載の装置。

[請求項 1 8]

前記プロセッサが、複数の所定の動作から 1 つを選択することにより前記動作を識別するように構成されている、請求項 1 ～ 1 7 のいずれか一項に記載の装置。

[請求項 1 9]

前記プロセッサが、前記識別された動作の発生回数を計数するように構成されている、請求項 1 ～ 1 8 のいずれか一項に記載の装置。

[請求項 2 0]

前記プロセッサが、前記識別された動作に基づいてデバイスの操作のための制御信号を生成するようにさらに構成されている、請求項 1 ～ 1 9 のいずれか一項に記載の装置。

[請求項 2 1]

前記プロセッサが、異なる識別された動作に基づいてデバイスの異なる操作のために異なる制御信号を生成するように構成されている、請求項 1 ～ 2 0 のいずれか一項に記載の装置。

[請求項 2 2]

前記プロセッサが、前記動作出力信号を評価し、かつ複数のセンサからの動作出力信号に基づいて動作を識別するように構成されている、請求項 1 ～ 2 1 のいずれか一項に記載の装置。

[請求項 2 3]

前記複数のセンサが、第 1 センサ及び第 2 センサを含み、前記プロセッサが該第 1 センサ及び該第 2 センサからの I 及び Q 信号を評価し、前記動作を識別する、請求項 2 2 に記載の装置。

[請求項 2 4]

前記プロセッサが、前記第 1 センサ及び前記第 2 センサから前記 I 及び Q 信号の I 差動及び Q 差動を決定する、請求項 2 3 に記載の装置。

[請求項 2 5]

前記複数のセンサが、第 1 センサ、第 2 センサ及び第 3 センサを含み、前記プロセッサが該第 1 センサ、該第 2 センサ及び該第 3 センサからの I 信号及び Q 信号を評価し、前記動作を識別する、請求項 2 2 に記載の装置。

[請求項 2 6]

前記 3 つのセンサのうち少なくとも 2 つが互いに直交するように位置決めされている、

10

20

30

40

50

請求項 23～26 のいずれか一項に記載の装置。

〔請求項 27〕

前記評価された I 及び Q 信号が、前記プロセッサによって使用されて 1 次元以上で運動特性を識別する、請求項 23～27 のいずれか一項に記載の装置。

〔請求項 28〕

前記プロセッサが、次の、速度、速度の変化、距離、距離の変化、方向及び方向の変化、一つ以上を抽出するように構成されている、先行する請求項 1～27 のいずれか一項に記載の装置。

〔請求項 29〕

高周波モーションセンシング方法であって：

無線周波数送信機を用いて、無線周波数信号を放射することと；

受信機を用いて、前記放射された無線周波数信号のうち反射信号を受信することと、

運動・チャネル回路を用いて動作出力信号を生成するために前記放射された無線周波数信号の前記受信された反射信号を処理することと；

プロセッサにおいて、前記動作出力信号を評価すること、及び前記動作出力信号の振幅、位相及び周波数の任意の一つ以上に基づいて動作を識別することを含む方法。

〔請求項 30〕

前記識別された動作が手ジェスチャ、腕ジェスチャ及び手と腕の合成ジェスチャのいずれか 1 つを含む、請求項 29 に記載の方法。

〔請求項 31〕

前記識別された動作が、寝返り動作を含むことを特徴とする、請求項 29 に記載の方法。

〔請求項 32〕

前記識別された動作が、行動を含む、請求項 29 に記載の方法。

〔請求項 33〕

前記識別された動作が、シェーピング行動を含む、請求項 32 に記載の方法。

〔請求項 34〕

前記動作出力信号が、同相及び直角位相信号を含む、請求項 29～33 のいずれか一項に記載の方法。

〔請求項 35〕

前記放射された無線周波数信号が、パルス無線周波数発振信号を含む、請求項 29～34 のいずれか一項に記載の方法。

〔請求項 36〕

前記モーションチャネル回路が、バンドパスフィルタを含む、請求項 29～35 のいずれか一項に記載の方法。

〔請求項 37〕

前記放射された無線周波数信号代表すを代表する信号で前記放射された無線周波数信号の前記受信された反射信号を復調すること、をさらに含む、請求項 29～36 のいずれか一項に記載の方法。

〔請求項 38〕

前記放射された無線周波数信号と前記無線周波数信号の前記受信された反射信号との間の時間差及び／または位相差を算出すること及び該算出された時間差及び／または位相差に基づいて前記動作を識別すること、をさらに含む、請求項 29～37 のいずれか一項に記載の方法。

〔請求項 39〕

前記モーションチャネルが、アンチエイリアシング・フィルタを備える、請求項 29～38 のいずれか一項に記載の方法。

〔請求項 40〕

前記プロセッサで、前記動作出力信号の前記振幅、位相及び周波数の任意の 2 つから算出された複数の特徴に基づいて動作を分類すること、をさらに含む、請求項 29～39 の

10

20

30

40

50

いずれか一項に記載の方法。

〔請求項 4 1〕

前記プロセッサが、前記動作出力信号の前記振幅、位相及び周波数の任意の 1 つ以上で算出された持続時間に基づいて動作を分類または識別する、請求項 2 9 ～ 4 0 のいずれか一項に記載の方法。

〔請求項 4 2〕

前記動作出力信号の前記振幅、位相及び周波数のそれぞれから前記複数の特徴を前記プロセッサにおいて算出すること、をさらに含む、請求項 4 0 に記載の方法。

〔請求項 4 3〕

前記複数の特徴が、前記動作出力信号の前記振幅、位相及び周波数の任意の 1 つ以上の分析から導出された決定持続時間を含む、請求項 4 0 及び 4 2 のいずれか一方に記載の方法。

10

〔請求項 4 4〕

前記算出された複数の特徴が：

(a) 停止周波数から動作中のジェスチャを経てある最大周波数まで、次に再び停止に戻ることから導出された周波数特性；

(b) 短時間フーリエ変換、I 及び／または Q チャネルのピーク及び高調波トラッキング及び／またはチャネル処理のいずれかを含む前記信号の時間及び周波数分析；

(b) I 信号と Q 信号間の位相差及び特性変化の平均値の標準偏差の一定数以内の繰り返し信号の評価：のいずれかを含む位相特性；

20

(c) ピーク（山）及びトラフ（谷）検出、ゼロクロス検出、及び信号検出の包絡線：のいずれかを含む振幅特性；及び

(d) 学習歪度、尖度、周波数の広がり、位相、振幅、平均値、及び／又は標準偏差：の 1 つ以上を含む、請求項 4 2 に記載の方法。

〔請求項 4 5〕

前記プロセッサにおいて、前記算出された特徴を 1 つ以上の閾値と比較することを、さらに含む、請求項 4 2 ～ 4 4 のいずれか一項に記載の方法。

〔請求項 4 6〕

前記プロセッサにおいて、複数の所定の動作から 1 つを選択することによって前記動作を識別すること、をさらに含む、請求項 2 9 ～ 4 5 のいずれか一項に記載の方法。

30

〔請求項 4 7〕

前記プロセッサにおいて、前記識別された動作の発生回数を計数すること、をさらに含む、請求項 2 9 ～ 4 6 のいずれか一項に記載の方法。

〔請求項 4 8〕

前記プロセッサで、前記識別された動作に基づいて、デバイスの操作のための制御信号を生成すること、をさらに含む、請求項 2 9 ～ 4 7 のいずれか一項に記載の方法。

〔請求項 4 9〕

前記プロセッサで、異なる識別された動作に基づいてデバイスの異なる操作のために異なる制御信号を生成することをさらに含む、請求項 2 9 ～ 4 8 のいずれか一項に記載の方法。

40

〔請求項 5 0〕

前記プロセッサが、複数のセンサから前記動作出力信号を評価し、かつ前記評価された動作出力信号に基づいて動作を識別する、請求項 2 9 ～ 4 9 のいずれか一項に記載の方法。

〔請求項 5 1〕

前記複数のセンサが、第 1 センサ及び第 2 センサを含み、前記プロセッサが前記動作を識別するために該第 1 センサ及び該第 2 センサから I 及び Q 信号を評価する、請求項 5 0 に記載の方法。

〔請求項 5 2〕

前記プロセッサが、前記第 1 センサ及び前記第 2 センサからの前記 I 及び Q 信号の I 差

50

動及びQ差動を決定する、請求項51に記載の方法。

〔請求項53〕

前記複数のセンサが、第1センサ、第2センサ及び第3センサを含み、前記プロセッサが前記動作を識別するために、該第1センサ、該第2センサ及び該第3センサからI及びQ信号を評価する、請求項50に記載の方法。

〔請求項54〕

前記3つのセンサのうち少なくとも2つが互いに直交するように位置決めされている、請求項53に記載の方法。

〔請求項55〕

1次元以上の移動特性を識別するために前記評価されたI及びQ信号が、前記プロセッサによって使用される、請求項49～54のいずれか一項に記載の方法。

10

〔請求項56〕

前記方法が、前記プロセッサで、次の、速度、速度の変化、距離、距離の変化、方向及び方向の変化のうち1つ以上を抽出することを含む、請求項29～55のいずれか一項に記載の方法。

【符号の説明】

【0124】

パーツリスト：

検出装置 100

読み取りステップ 1502

特徴生成ステップ 1504

事前テスト セットアップ ステップ 1505

トレーニング セットアップ ステップ 1506

分類ステップ 1507

トレーニング分類ステップ 1508

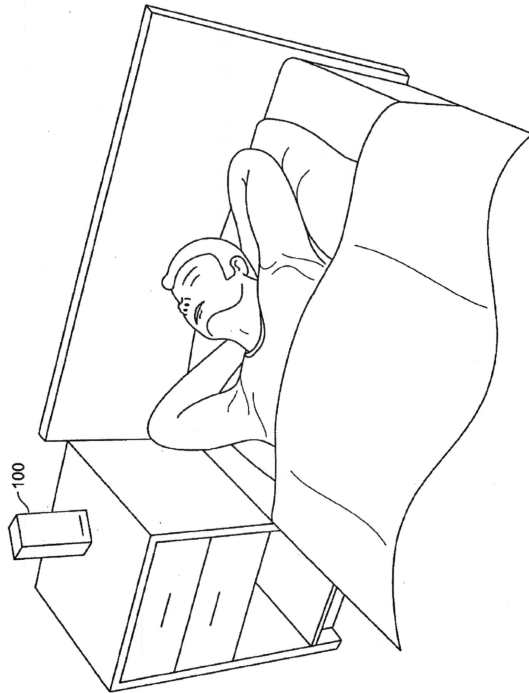
ビデオ・パフォーマンス・ステップ 1509

ビデオ・パフォーマンス・ステップ 1510

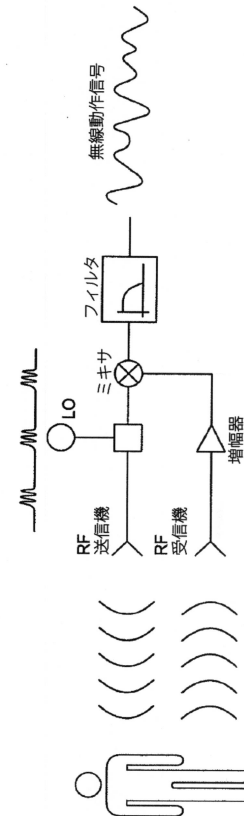
チェックステップ 1512

20

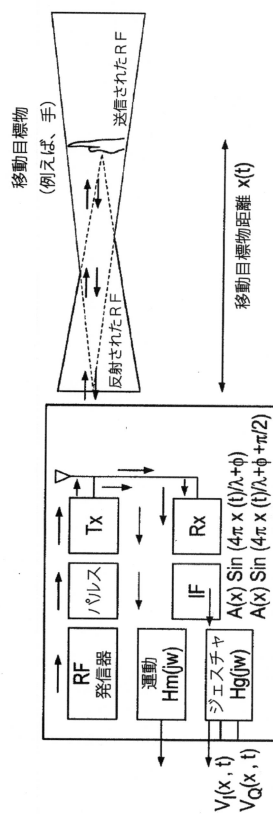
【図 1】



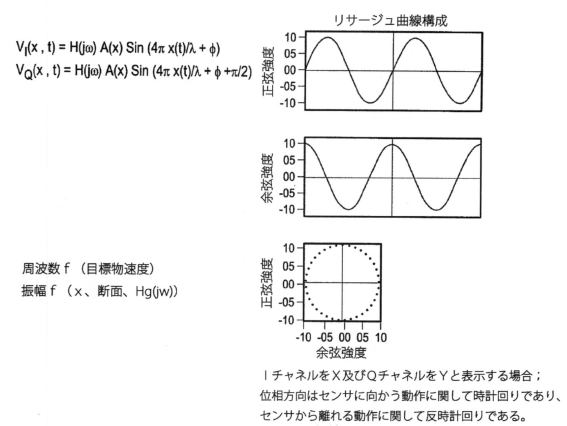
【図 2】



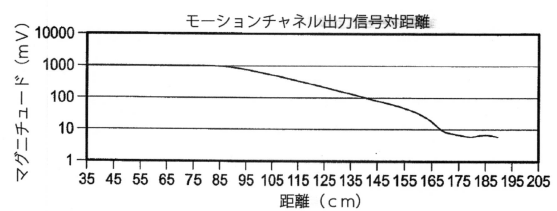
【図 3】



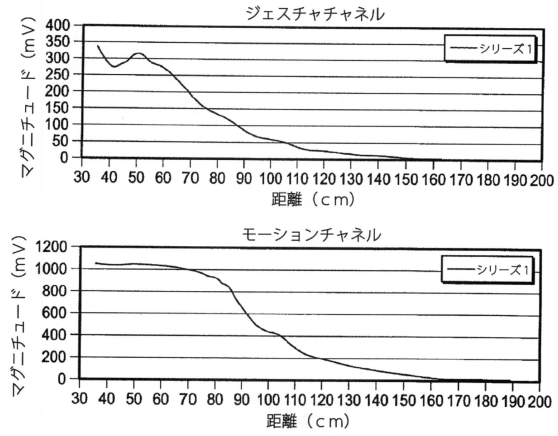
【図 4】



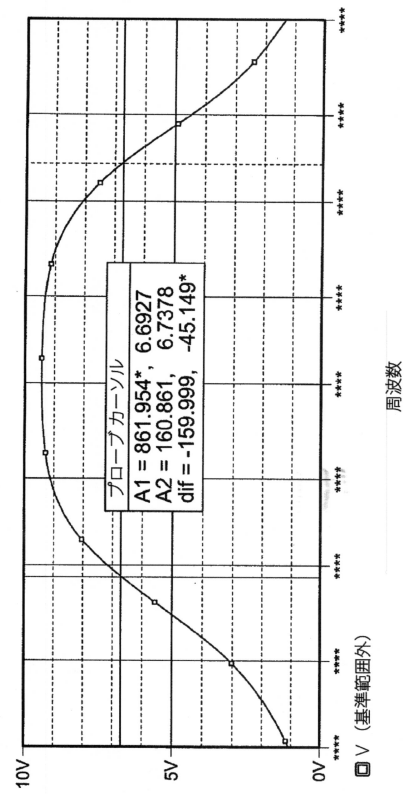
【図 5 a】



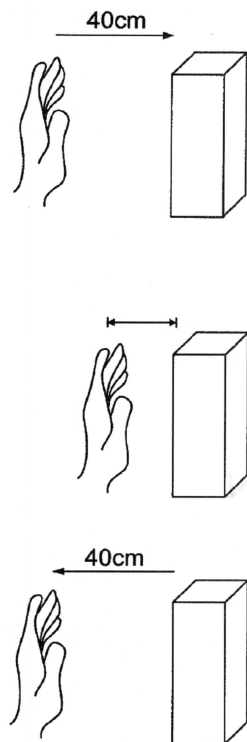
【図 5 b】



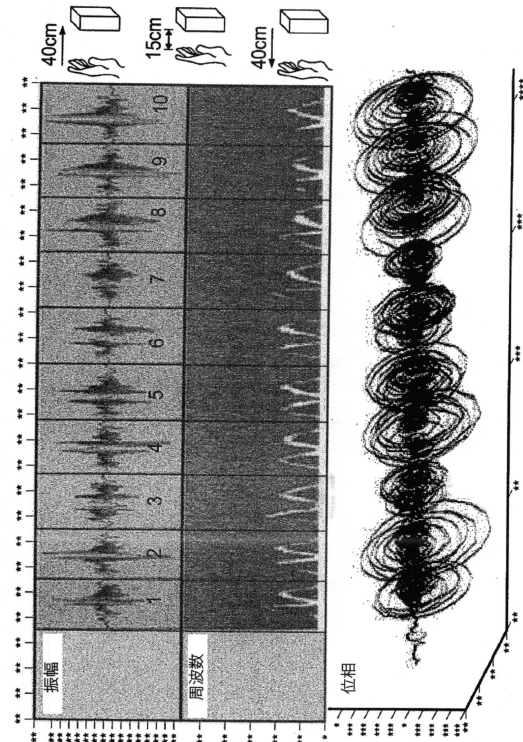
【図 6 a】



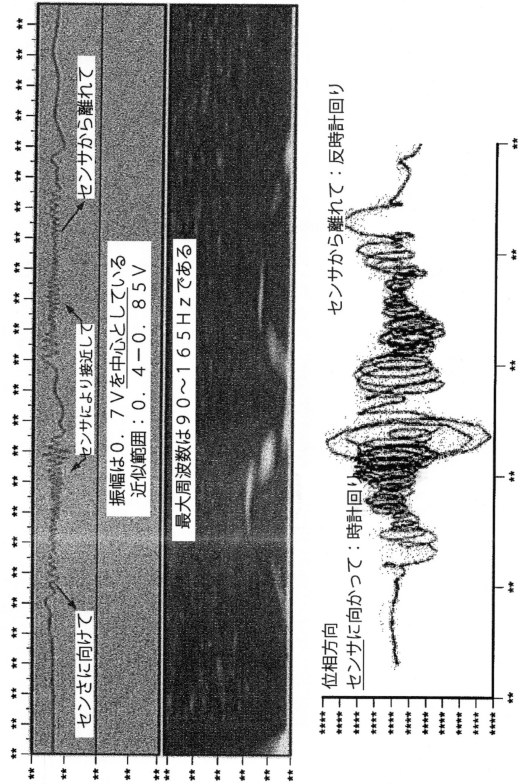
【図 7】



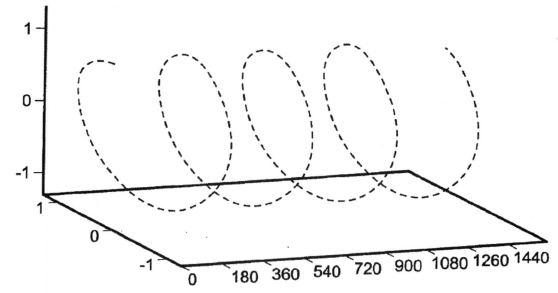
【図 8】



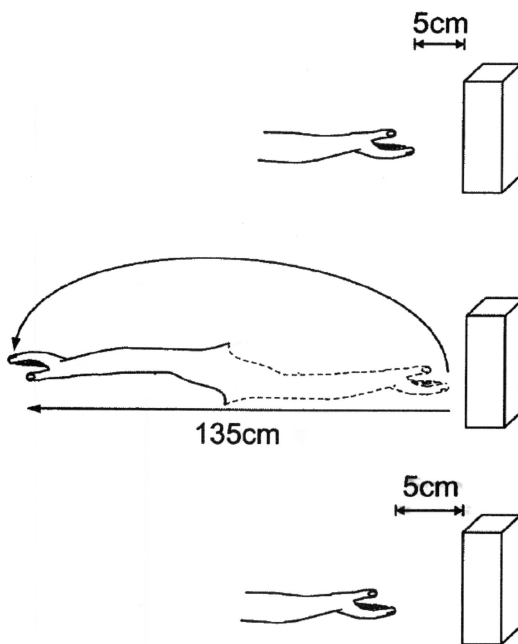
【図 9】



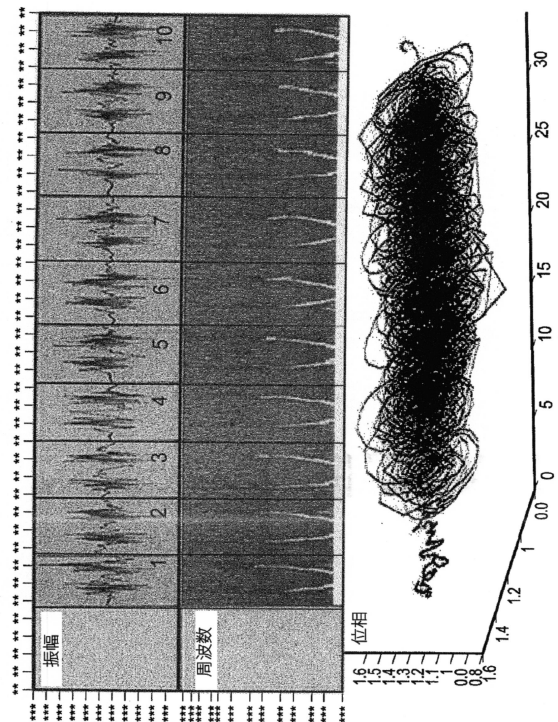
【図 10】



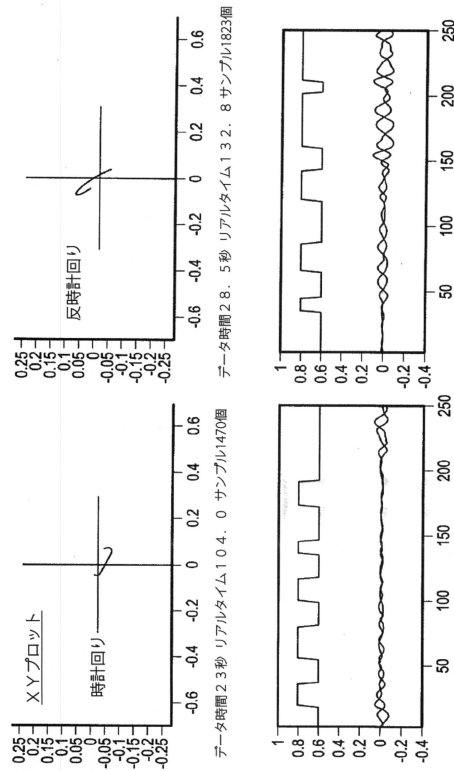
【図 11】



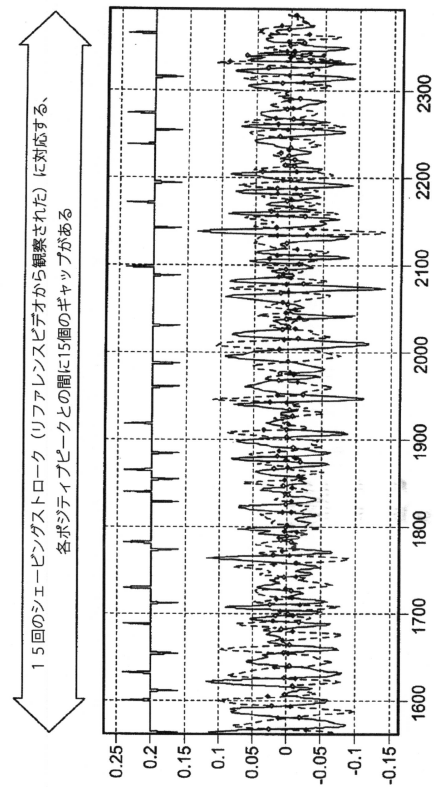
【図 12】



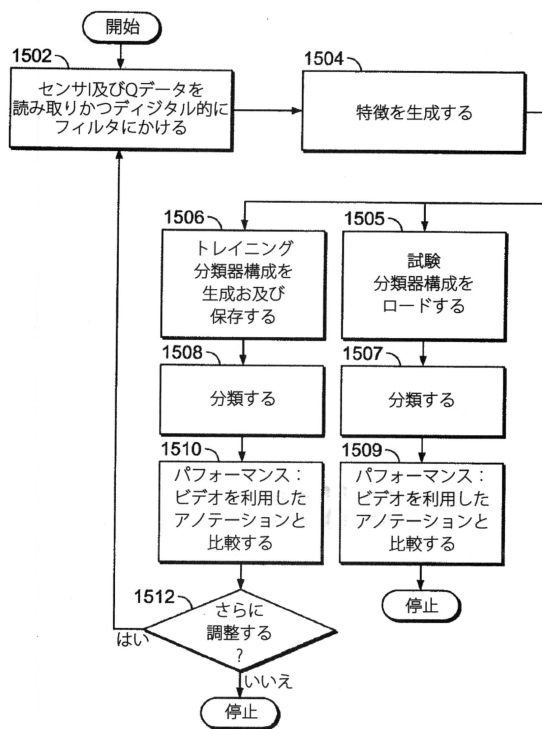
【図13】



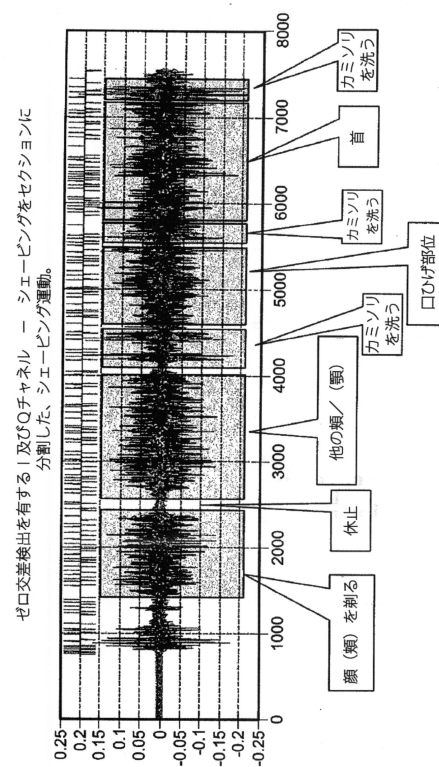
【図14】



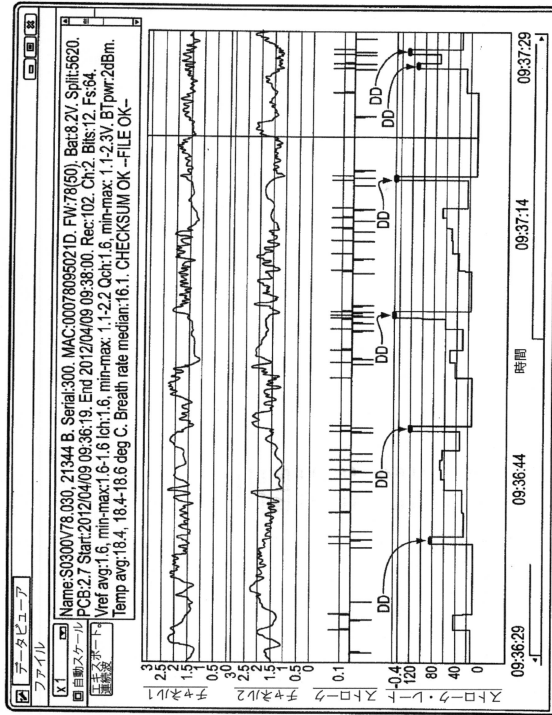
【図15】



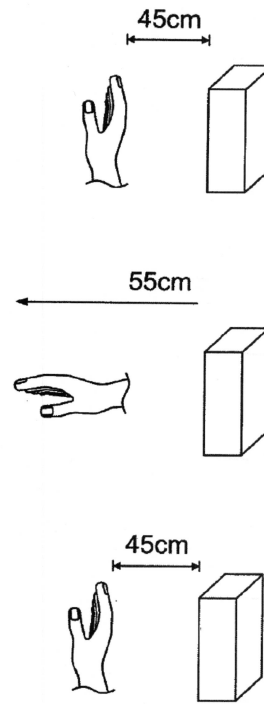
【図16】



【図 17】

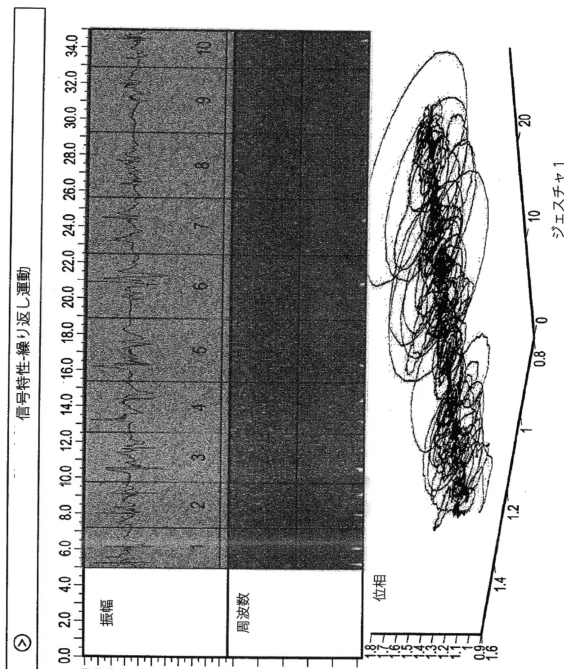


【図 18 a】

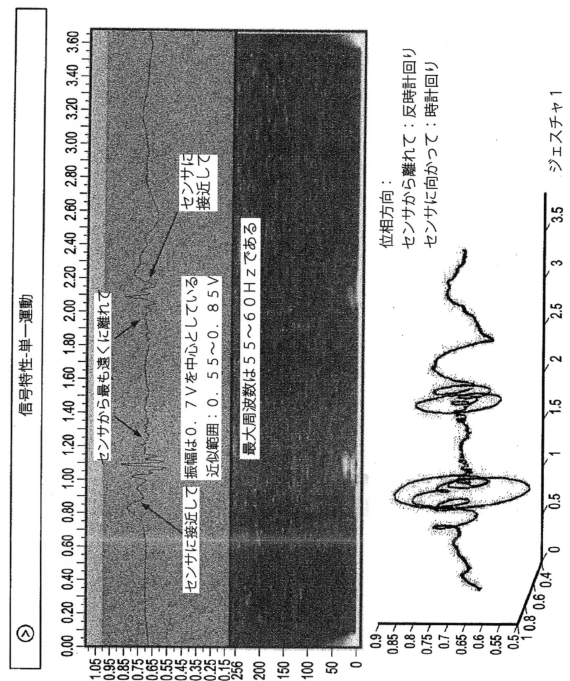


ジェスチャ 1

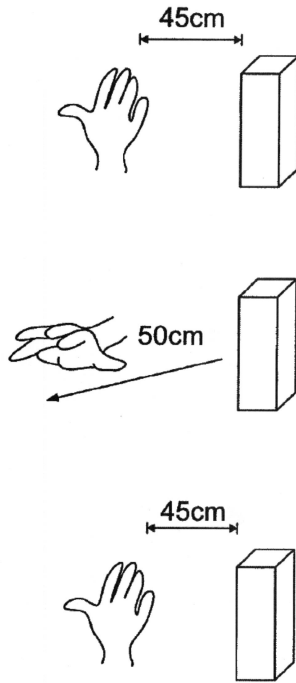
【図 18 b】



【図 18 c】

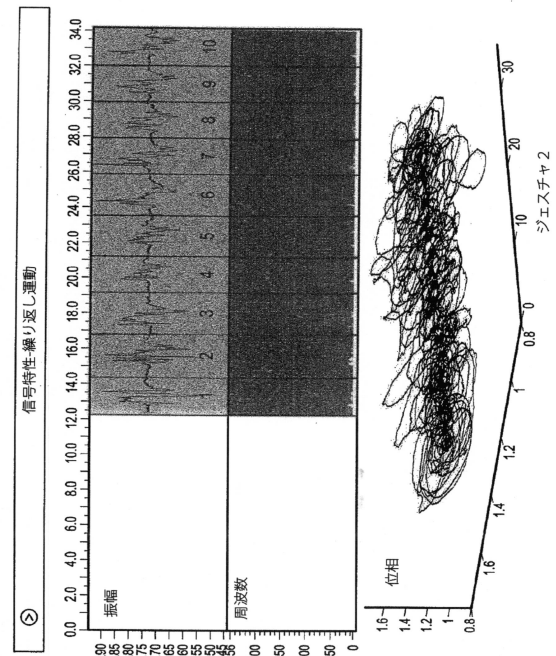


【図19a】

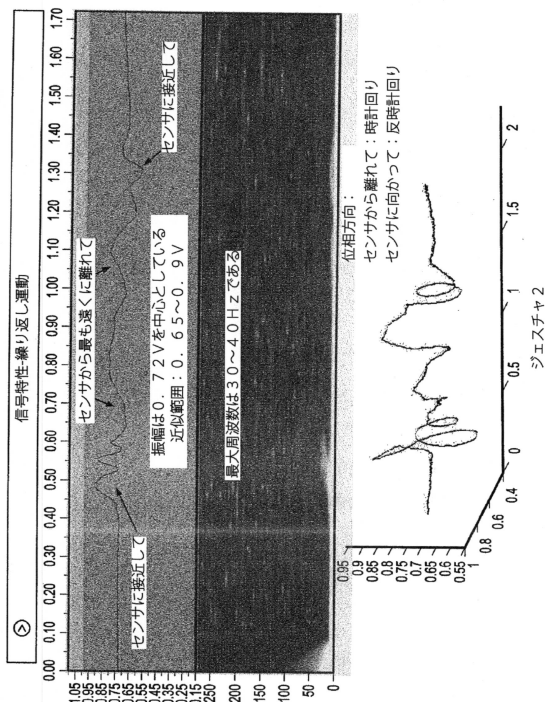


ジェスチャ2

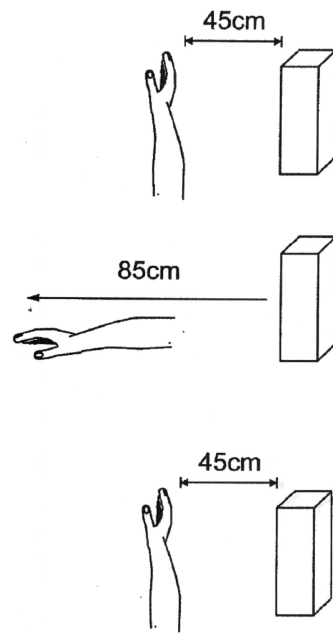
【図19b】



【図19c】

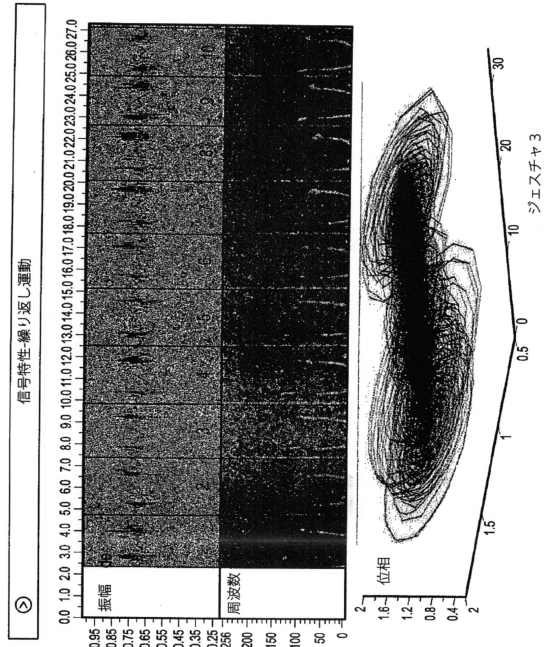


【図20a】

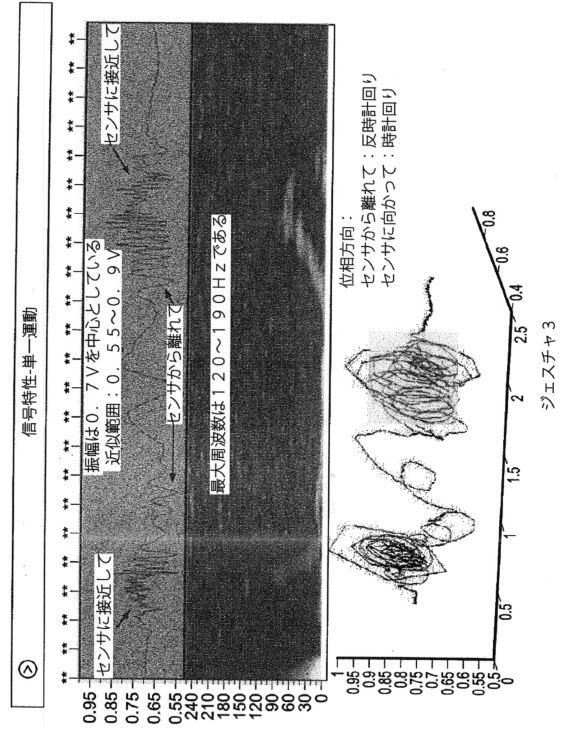


ジェスチャ3

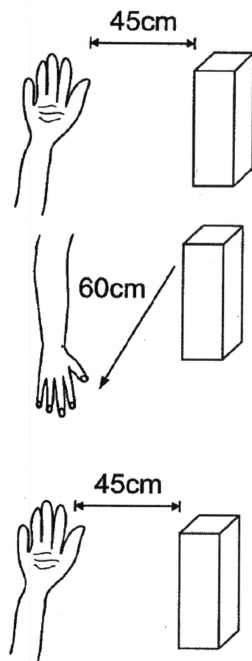
【図 20 b】



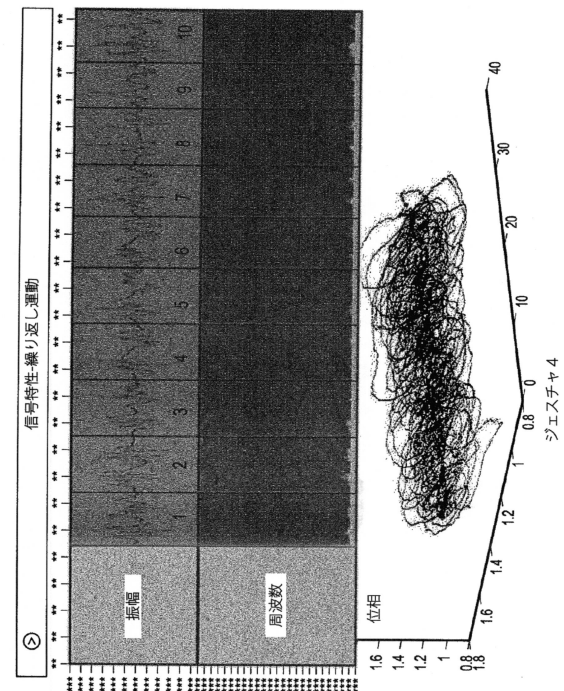
【図 20 c】



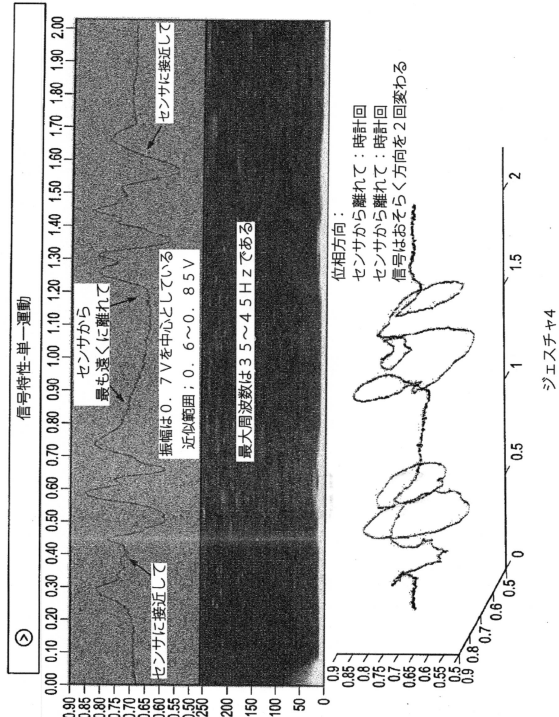
【図 21 a】



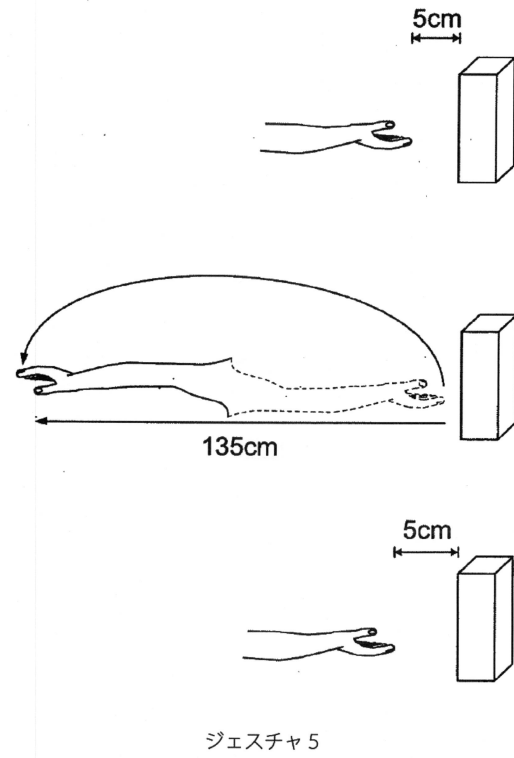
【図 21 b】



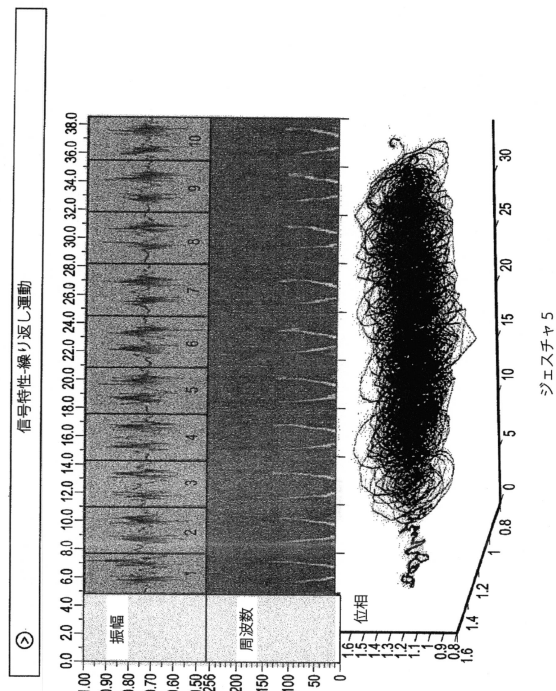
【図 2 1 c】



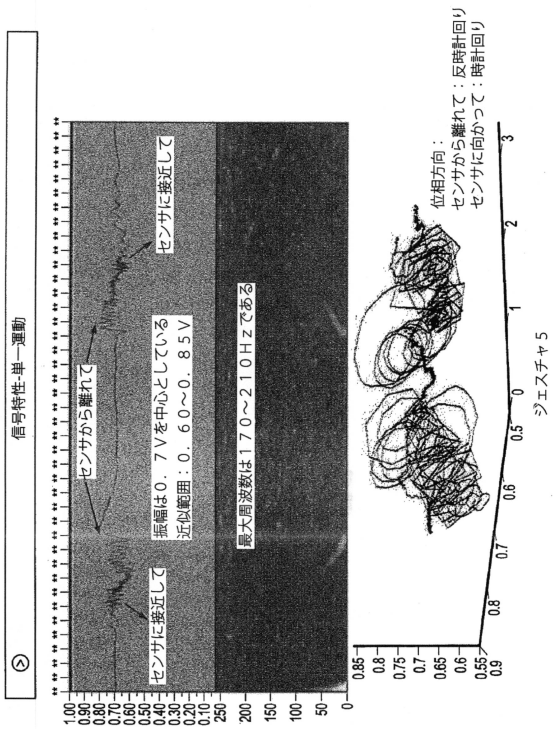
【図 2 2 a】



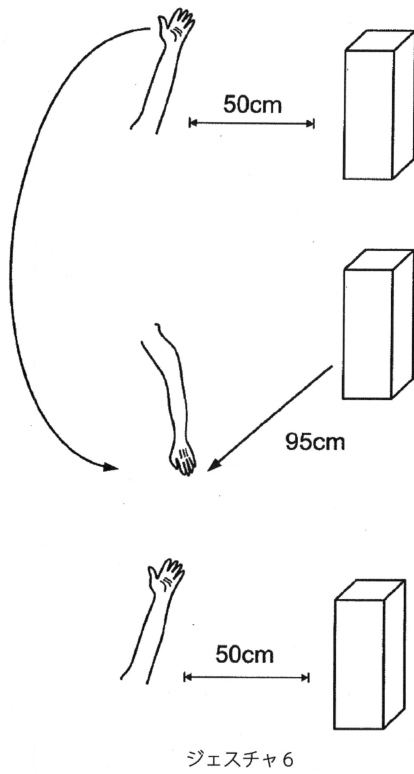
【図 2 2 b】



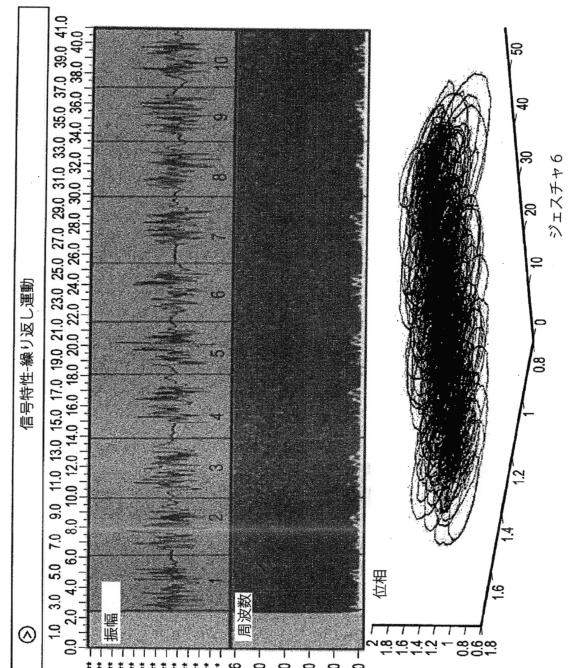
【図 2 2 c】



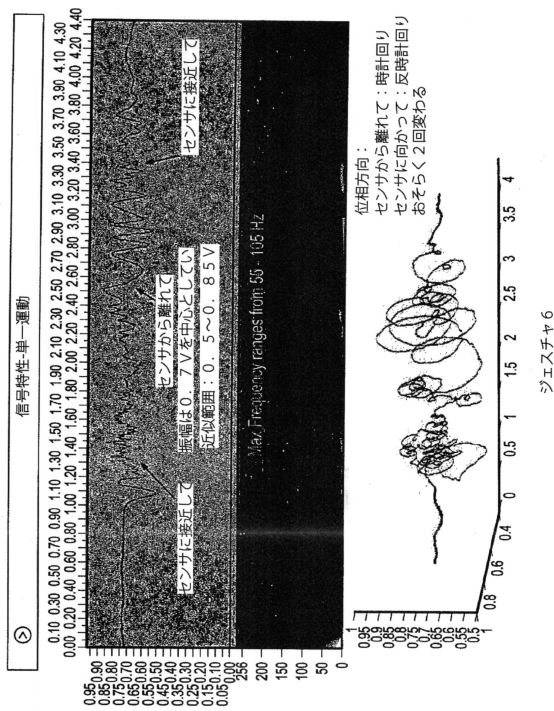
【図 2 3 a】



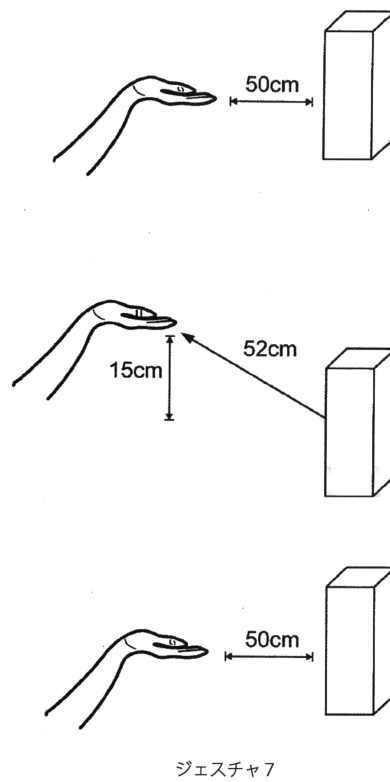
【図 2 3 b】



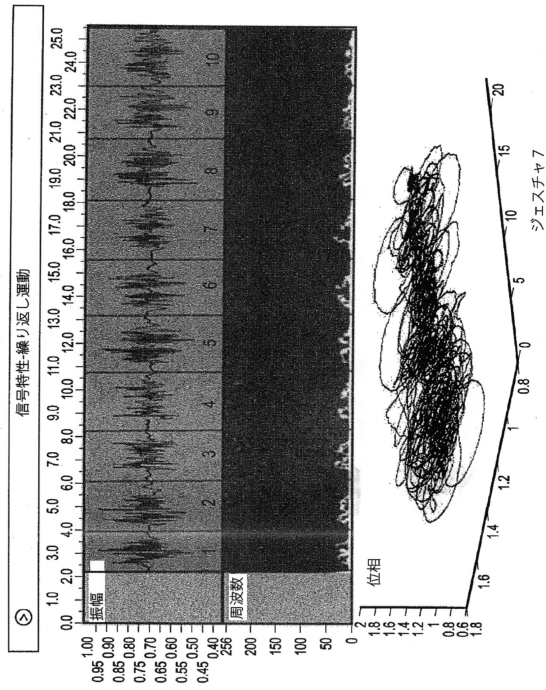
【図 2 3 c】



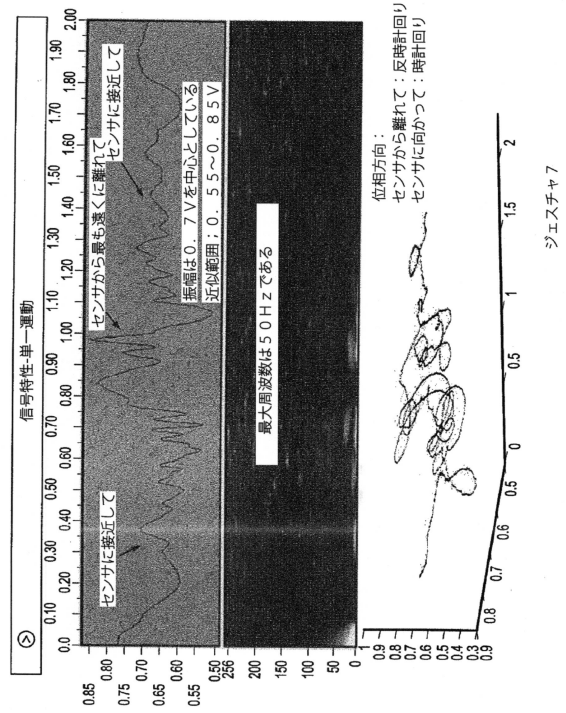
【図 2 4 a】



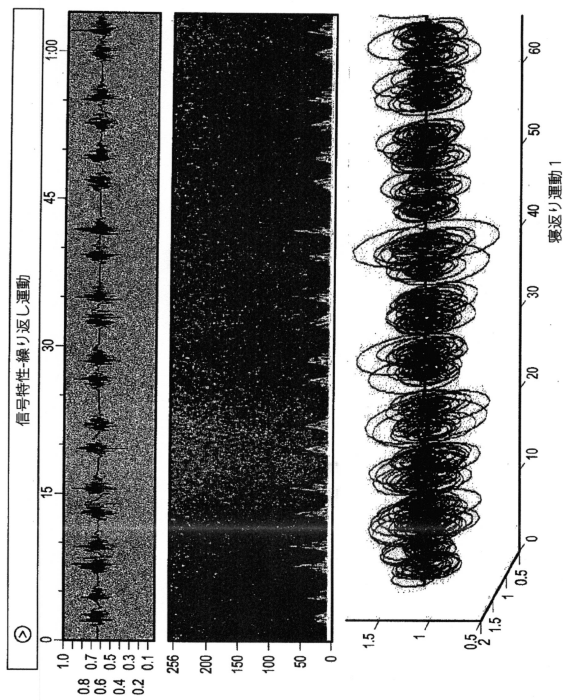
【図 24b】



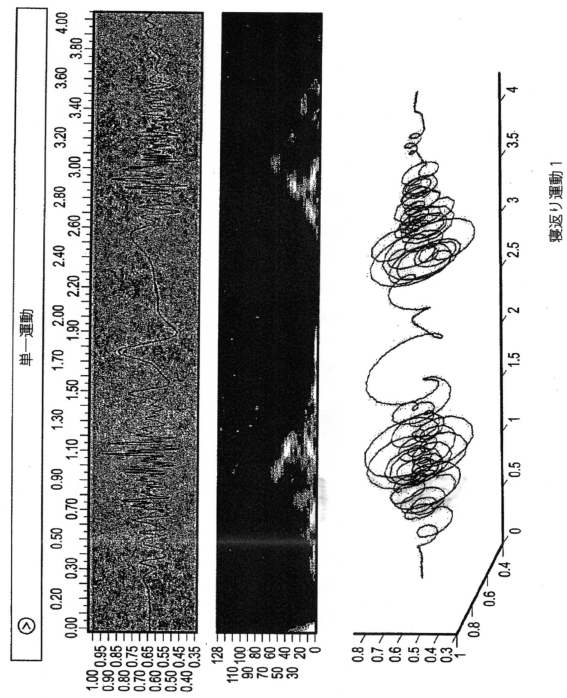
【図 24c】



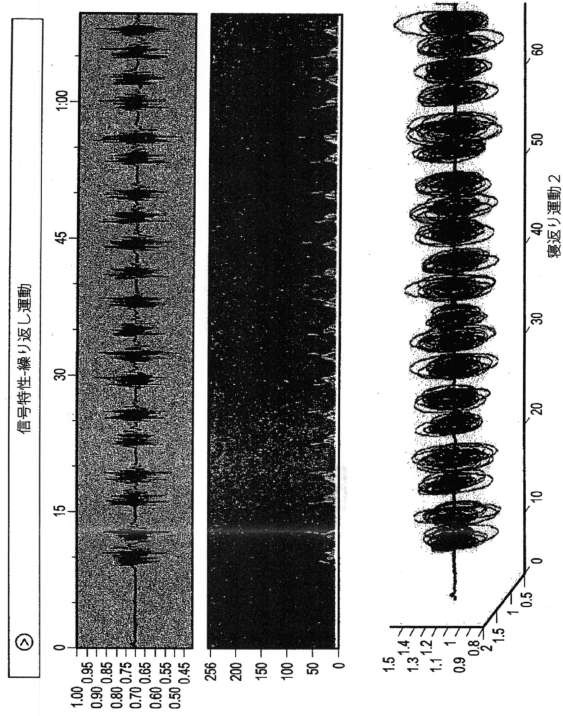
【図 25a】



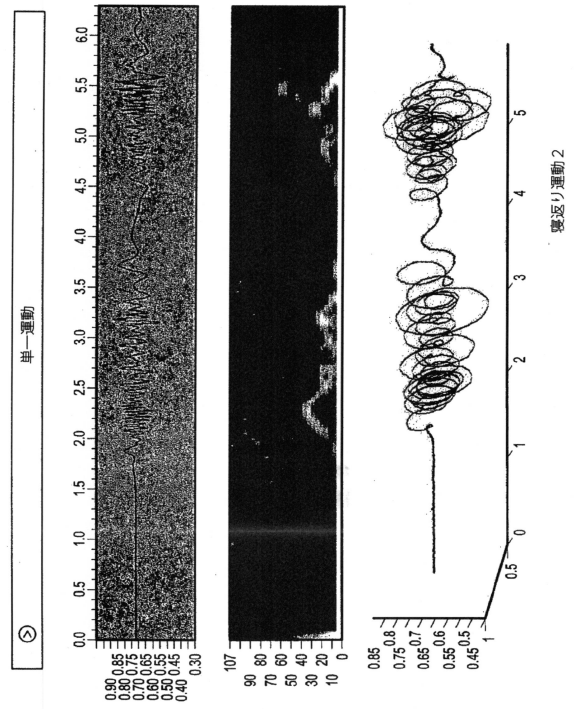
【図 25b】



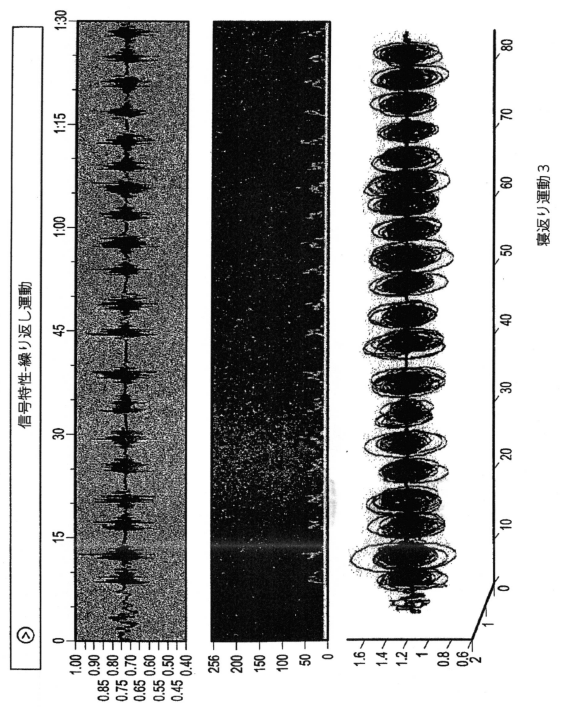
【図 26 a】



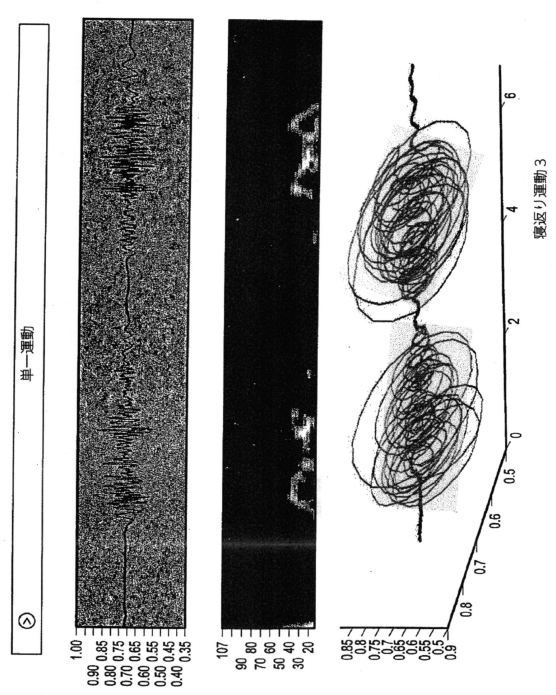
【図 26 b】



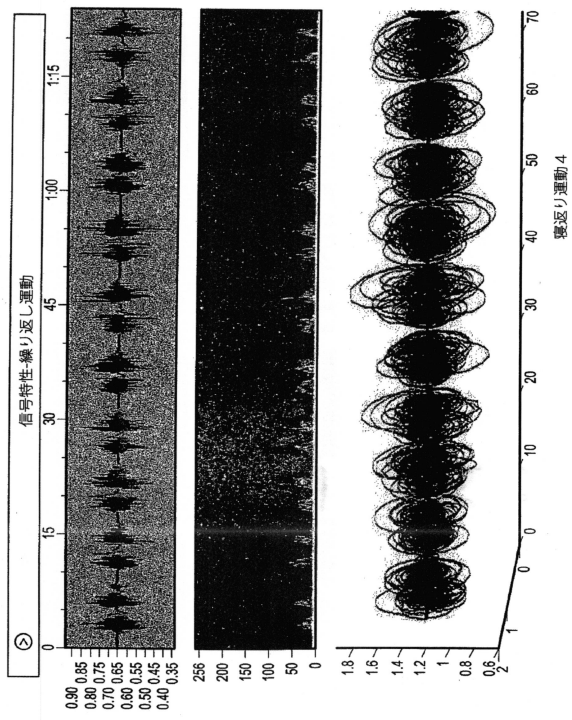
【図 27 a】



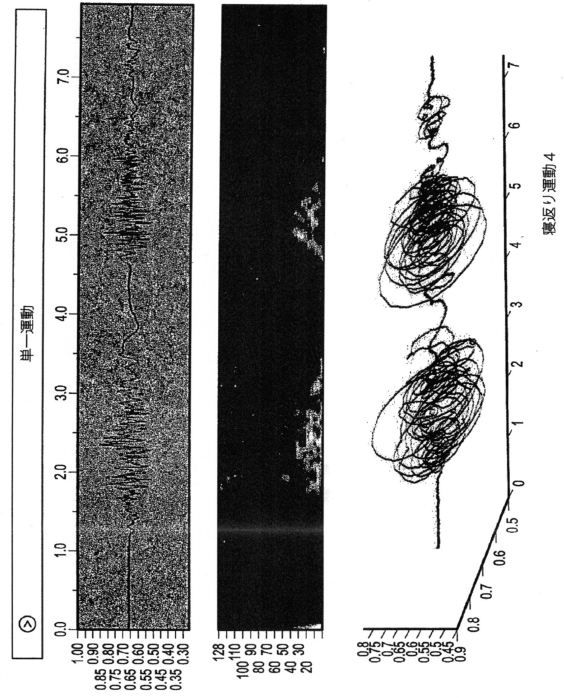
【図 27 b】



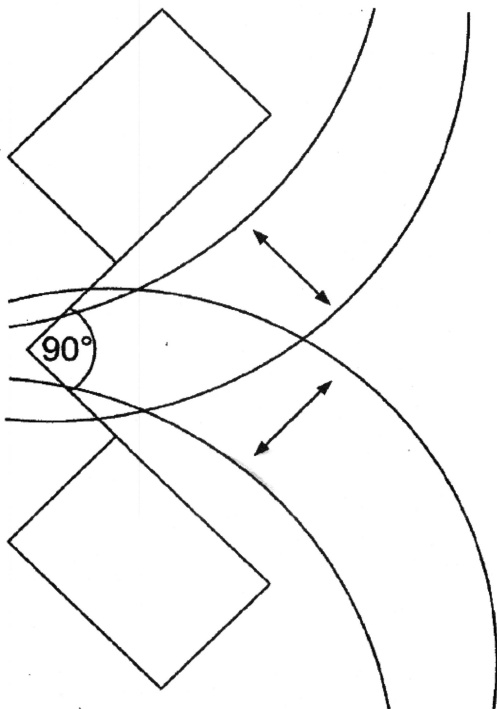
【図 28 a】



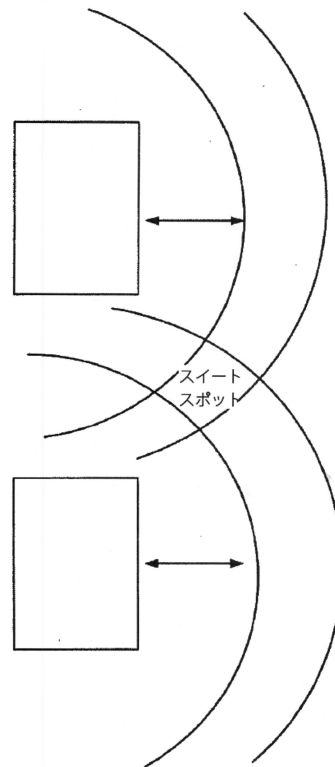
【図 28 b】



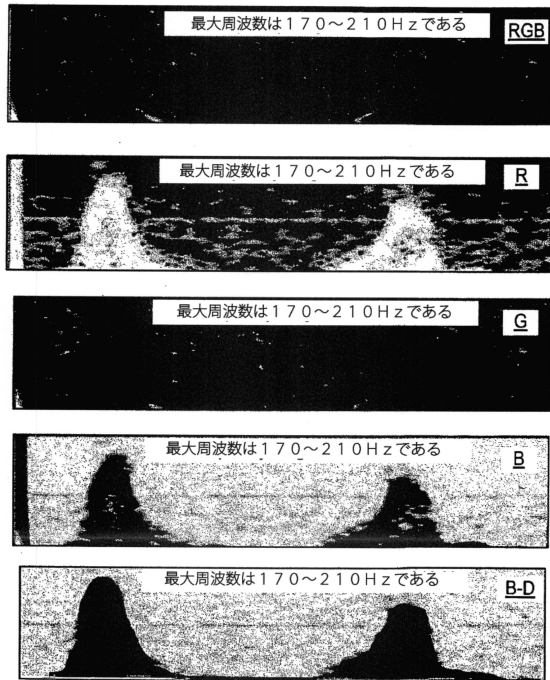
【図 29 a】



【図 29 b】



【図 30】



フロントページの続き

- (74)代理人 100142996
弁理士 森本 聡二
- (74)代理人 100166268
弁理士 田中 祐
- (74)代理人 100170379
弁理士 徳本 浩一
- (74)代理人 100180231
弁理士 水島 亜希子
- (72)発明者 マクマホン, スティーヴン
アイルランド国, ダブリン 14, サイデンハム・ロード 3
- (72)発明者 ミード, エマ・マリー
アイルランド国, ダブリン 4, クロンスカー, ベルフィールド・オフィス・パーク, ブロックス
9・アンド・10, ネクサスユーシーディー, レスメッド・センサー・テクノロジーズ・リミテ
ッド内
- (72)発明者 ショルディス, レドモンド
アイルランド国, ダブリン 4, クロンスカー, ベルフィールド・オフィス・パーク, ブロックス
9・アンド・10, ネクサスユーシーディー, レスメッド・センサー・テクノロジーズ・リミテ
ッド内

審査官 東 治企

- (56)参考文献 特開2011-015887 (JP, A)
特開2012-005745 (JP, A)
米国特許出願公開第2011/0181509 (US, A1)
特表2015-506508 (JP, A)
米国特許出願公開第2012/0245479 (US, A1)
Qian Wan et al., "Gesture Recognition for Smart Home Applications using Portable Radar
Sensors", 2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medici
ne and Biology Society, IEEE, 2014年, pp.6414-6417, DOI: 10.1109/EMBC.2014.6945096
Aditya Singh et al., "Activity Monitoring and Motion Classification of the Lizard Cham
aeleo jacksonii Using Multiple Doppler Radars", 34th Annual International Conference o
f the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2012年, pp.4525-4528, DOI:
10.1109/EMBC.2012.6346973
Yiran Li et al., "Wireless Radar Devices for Smart Human-Computer Interaction", 2014 I
EEE 57th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS), 2014年
, pp.65-68, DOI: 10.1109/MWSCAS.2014.6908353
Xiaomeng Gao et al., "Barcode Based Hand Gesture Classification using AC Coupled Quadr
ature Doppler Radar", 2016 IEEE MTT-S International Microwave Symposium (IMS), 201
6年 5月, DOI: 10.1109/MWSYM.2016.7540013
Jaime Lien et al., "Soli: Ubiquitous Gesture Sensing with Millimeter Wave Radar", ACM
Transactions on Graphics, 2016年 7月, No.142, DOI: 10.1145/2897824.2925953

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00-7/42
G01S 7/52-7/64
G01S 13/00-15/96
A61B 5/00-5/22
A61B 8/00-8/15

IEEE Xplore