

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6326701号

(P6326701)

(45) 発行日 平成30年5月23日(2018. 5. 23)

(24) 登録日 平成30年4月27日(2018. 4. 27)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 5/11 (2006.01)

A 6 1 B 5/10 3 1 O G

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2015-91813 (P2015-91813)	(73) 特許権者	304036743
(22) 出願日	平成27年4月28日(2015. 4. 28)		国立大学法人宇都宮大学
(65) 公開番号	特開2016-87420 (P2016-87420A)		栃木県宇都宮市峰町 3 5 〇 番地
(43) 公開日	平成28年5月23日(2016. 5. 23)	(73) 特許権者	512208121
審査請求日	平成29年6月29日(2017. 6. 29)		木村 正樹
(31) 優先権主張番号	特願2014-224110 (P2014-224110)		栃木県宇都宮市鶴田町 1 7 1 4 - 5
(32) 優先日	平成26年11月4日(2014. 11. 4)	(74) 代理人	100100077
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 大場 充
早期審査対象出願		(74) 代理人	100136010
			弁理士 堀川 美夕紀
		(74) 代理人	100130030
			弁理士 大竹 夕香子
		(72) 発明者	青木 恭太
			栃木県宇都宮市陽東 7 丁目 1 番地 2 号 国
			立大学法人宇都宮大学内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 協調運動評価装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ヒトの身体の任意の部位についての繰り返し運動を映像として再現するための例示データを記憶する例示データ記憶部と、

前記例示データに基づく前記繰り返し運動の映像を映し出す画像表示部と、

前記画像表示部に映し出される、前記繰り返し運動に倣って被験者が行う運動を検知するセンサと、

前記センサで検知された前記被験者が行う運動に基づく評価対象データと、前記被験者が行う運動を評価するのに用いられる基準データと、を比較して、前記被験者が行う運動を評価する評価部と、

を備え、

前記例示データ記憶部は、

前記例示データとして、第 1 例示データと、前記第 1 例示データと異なる第 2 例示データと、を記憶し、

前記評価部は、

前記第 1 例示データに基づく第 1 評価対象データと、前記第 2 例示データに基づく第 2 評価対象データと、を比較して、前記被験者が行う運動を評価し、

前記繰り返し運動は、

ヒトの右手と左手の運動が一致するように左右対称で同期がとられている運動であることを特徴とする協調運動評価装置。

【請求項 2】

前記例示データに処理を施して任意の速度の前記繰り返し運動映像を生成する映像生成部を備え、

前記画像表示部は、前記映像生成部で生成された前記繰り返し運動映像を表示する、請求項 1 に記載の協調運動評価装置。

【請求項 3】

前記繰り返し運動は、

波形データとして捉えたときの振幅及び位相のそれぞれが一定な規則的な運動である、請求項 1 又は請求項 2 に記載の協調運動評価装置。

【請求項 4】

前記基準データは、

前記繰り返し運動に倣って、予め複数の被験者が行った運動に基づいて生成されたものである、

請求項 1 ～請求項 3 のいずれか一項に記載の協調運動評価装置。

【請求項 5】

前記評価部は、

前記評価対象データの中から選択される特定のデータと前記基準データとを比較する、請求項 1 ～請求項 4 のいずれか一項に記載の協調運動評価装置。

【請求項 6】

前記センサで検知された前記被験者が行う運動に関する過去の評価対象データを、当該被験者と関連付けて記憶する評価対象データ記憶部を備え、

前記評価部は、新たな前記評価対象データと過去の前記評価対象データとを比較する、請求項 1 ～請求項 5 のいずれか一項に記載の協調運動評価装置。

【請求項 7】

前記第 1 例示データは、

ヒトの身体自体又はそれを模擬した前記映像に関するものであり、

前記第 2 例示データは、

前記第 1 例示データと身体の部位は同じであるが、ヒトの身体ではない前記映像に関するものである、

請求項 1 ～請求項 6 のいずれか一項に記載の協調運動評価装置。

【請求項 8】

前記第 1 例示データは、

ヒトの身体の任意の部位に対応するが、ヒトの身体ではない前記映像に関するものであり、

前記第 2 例示データは、

前記第 1 例示データに、前記第 1 例示データと身体の部位が同じで、ヒトの身体自体又はそれを模擬した画像データを差し込んだものである、

請求項 1 ～請求項 6 のいずれか一項に記載の協調運動評価装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、両手の高次、つまり複雑で困難な協調運動を観測することにより、協調運動機能の状態を客観的に評価することができる装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ヒトの手指の巧緻性や、ヒトの手による物体の操作能力を評価する装置として、特許文献 1 に記載されているものがある。特許文献 1 の装置は、それまでの装置が片手の測定用に作られたものであることに鑑み、手指の巧緻な動きや物体を操作するためには、両手を同時に使うことも多いことから、両手指の巧緻性を評価することを念頭に置いている。

特許文献 1 の装置は、デモンストレーションで教示された運動に従って、この装置の携

10

20

30

40

50

帯ユニットを両手で持ちながら、引張力と圧縮力を交互に加えることが要求される。

また、特許文献1の装置は、画像又は音声により被験者にすべきことをデモンストレーションし、その後に、評価のための運動を行うこと、また、受信したデータの質をモニターし、基準となるデータと比較すること、などを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4260011号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

特許文献1の装置は、決められたプロトコルに従って、例えば、強さだけが異なる力で3回引っ張った後に、次は一定の力で押すことを繰り返す、という動作を行って、手指の巧緻性及び物体の操作能力を評価する。特許文献1は、筋調節の自動反射を観測して評価しており、その段落[0082]に記載されているように、脳内の固有知覚に障害が存在するときにそれを検出可能である。しかし、引用文献1は、ヒトの特定の部位の協調運動を評価することはできない。

本発明は、身体の特定の部位の協調運動を評価することのできる装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0005】

かかる目的のもととなされた、本発明の協調運動評価装置は、ヒトの身体の任意の部位についての繰り返し運動を映像として再現するための例示データを記憶する例示データ記憶部と、例示データに基づく繰り返し運動の映像を映し出す画像表示部と、画像表示部に映し出される繰り返し運動に倣って被験者が行う運動を検知するセンサと、センサで検知された被験者が行う運動に基づく評価対象データと、被験者が行う運動を評価するのに用いられる基準データと、を比較して、被験者が行う運動を評価する評価部と、を備え、繰り返し運動は、ヒトの右手と左手の運動が一致するように左右対称で同期がとられている運動であることを特徴とする。

【0006】

30

本発明の協調運動評価装置において、例示データに処理を施して任意の速度の繰り返し運動映像を生成する映像生成部を備え、表示部は、映像生成部で生成された繰り返し運動映像を表示することが好ましい。

また、この繰り返し運動としては、波形データとして捉えたときの振幅及び位相のそれぞれが一定な規則的な運動であることが好ましい。

【0007】

本発明の協調運動評価装置において、基準データは、繰り返し運動に倣って、予め複数の被験者が行った運動に基づいて生成されたものであることが好ましい。ここで、基準データは、本発明の協調運動評価装置を使用する被験者本人とは異なる被験者が行った運動に基づいて生成されたものである場合と、被験者本人自身が行った運動に基づいて生成されたものである場合がある。ここでいう複数の被験者は、本人とは異なることを想定している。

40

また、本発明の協調運動評価装置において、評価部は、評価対象データの中から選択される特定のデータと基準データとを比較することが好ましい。

【0008】

本発明の協調運動評価装置において、センサで検知された被験者が行う運動に関する過去の評価対象データを、当該被験者と関連付けて記憶する評価対象データ記憶部を備え、評価部は、新たな評価対象データと過去の評価対象データとを比較することができる。この場合、新たな評価対象データと過去の評価対象データのいずれか一方が、本発明における基準データに該当する。

50

【0009】

本発明の協調運動評価装置において、例示データ記憶部は、例示データとして、第1例示データと、第1例示データと異なる第2例示データと、を記憶し、評価部は、第1例示データに基づく第1評価対象データと第2例示データに基づく第2評価対象データとを比較して、被験者が行う運動を評価する。この場合も、第1評価データと第2評価対象データのいずれか一方が、本発明における基準データに該当する。

本発明において、第1例示データを、ヒトの身体自体又はそれを模擬した映像に関するものとし、第2例示データは、第1例示データと身体の部位は同じであるが、ヒトの身体ではない映像に関するものにすることができる。これによると、被験者が対人関係機能障害を患っているか否かを評価することができる。

10

また、本発明において、第1例示データを、ヒトの身体ではない映像に関するものとし、第2例示データを、第1例示データに、第1例示データと身体の部位が同じで、ヒトの身体自体又はそれを模擬した画像データを差し込んだものにすることができる。これによっても、被験者が対人関係機能障害を患っているか否かを評価することができる。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、例示映像として繰り返して映し出される運動に同期して被験者が行う運動に基づいて評価する。つまり、本発明は、視覚系による例示入力、身体の任意の部位（例えば手指）動作生成、視覚による生成された動作認識、さらにこれに伴う同期生成までを観測し、評価するので、詳細でかつ広範囲の運動機能障害、さらには脳機能障害を発見、検出することが可能である。

20

また、本発明によれば、被験者が対人関係機能障害を有している場合に、ヒトの身体自体又はそれを模擬した例示データと、部位は同じであるが、ヒトの身体ではない例示データと、を用いれば、対人関係機能障害を評価することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態に係る評価装置の外観を示す図である。

【図2】図1の評価装置の機能を示すブロック図である。

【図3】図1の評価装置の表示部に映し出される一周期分の例示映像を示す図である。

【図4】例示映像における手の動きを示す波形図である。

30

【図5】図1の評価装置にしたがって被験者が運動する様子を示す図である。

【図6】被験者の計測データを示す図である。

【図7】被験者の計測データをFFT処理した結果を示し、(a)は各種の数値データを示し、(b)は左手及び右手の評価値をグラフにして示している。

【図8】図1の評価装置において、被験者の計測データと、計測データと比較される基準データと、併記した図である。

【図9】図1の評価装置において、評価結果を表示した図である。

【図10】第2A実施形態に係る例示データ及び評価対象データを示す図である。

【図11】第2A実施形態及び第2B実施形態に係る例示映像のデータ構造を示す図である。

40

【図12】第2A実施形態に係るロボットの手の一周期分の例示映像を示す図である。

【図13】第2A実施形態における評価結果を示す図である。

【図14】第2B実施形態に係る例示データ及び評価対象データを示す図である。

【図15】第1実施形態における評価手順を示すフロー図である。

【図16】第2A実施形態における評価手順を示すフロー図である。

【図17】第2B実施形態における評価手順を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、添付図面に示す実施の形態に基づいてこの発明を詳細に説明する。

[第1実施形態]

50

本実施形態に係る評価装置 1 は、左手及び右手の両方の手指の高次協調運動（以下、単に協調運動）を観測することにより、協調運動機能の状態、さらに、協調運動に影響を与え得る脳機能の状態を客観的に評価することを目的とするものである。評価装置 1 は、評価装置 1 を使用する者（以下、被験者）が、評価装置 1 に写し出される例示映像に倣って両手で協調運動を行う一方、この協調運動を検知して、基準となる協調運動を示すデータと比較することにより評価を行う。

【0013】

評価装置 1 は、図 1 に示すように、装置の外殻をなす筐体 3 と、評価装置 1 の電源の投入を行う ON/OFF スイッチ 5 と、評価装置 1 の評価モード（後述する第 1 モード、第 2 モード）を切り替えるとともに例示映像の速度を切り替えるモードスイッチ 6 と、被験者に対するガイダンス（特に例示映像）、評価結果などを映像として出力する表示部 7 と、当該ガイダンス、評価結果などを音声として出力するスピーカ 8 と、被験者が行う運動を検知するセンサ 9 と、を備えている。

【0014】

また、評価装置 1 は、その動作を実現するための要素として、図 2 に示すように、センサ 9 で取得した被験者の運動状態のデータ（以下、計測データ）を解析して評価対象データを生成する計測データ解析部 10 と、被験者が行う運動を誘引するために表示部 7 に表示される例示映像に関するデータを記憶する例示データ記憶部 11 と、例示データ記憶部 11 に記憶されている例示データに基づいて例示映像を生成する例示映像生成部 12 と、計測データ解析部 10 で生成された評価対象データを記憶する評価対象データ記憶部 13 と、計測データと比較することで被験者が行った協調運動を評価するために、計測データと比較する基準データを記憶する基準データ記憶部 14 と、計測データと基準データを比較して被験者の協調運動を評価する評価部 15 と、を備えている。これらの計測データ解析部 10、例示データ記憶部 11、例示映像生成部 12、評価対象データ記憶部 13、基準データ記憶部 14 及び評価部 15 は、それぞれの機能を明確にするために区分したものであり、マイクロコンピュータ、その他のコンピュータ資源により実現される場合の物理的な区分を示したものではない。

【0015】

以下、上述した評価装置 1 の要素の具体的な内容を説明した後に、評価装置 1 を用いた協調運動の評価方法を順に説明する。

【0016】

〔センサ 9〕

センサ 9 は、被験者が例示映像に倣って両手の協調運動を検知し、波形データとして出力する。なお、実際に計測した波形データの一例を図 6 に示す。

センサ 9 は、この機能を有している限り、どのような機器をも用いることができるが、性能及び価格の点から、LEAP MOTION（リープ モーション インコーポレーテッド社 登録商標）として上市されている赤外線ステレオカメラを用いることが好ましい。このセンサを利用することで、手指の動きを三次元で詳細に計測することができる。

【0017】

〔計測データ解析部 10〕

計測データ解析部 10 は、センサ 9 で取得した波形データ（計測データ）を高速フーリエ変換（Fast Fourier Transform: FFT）により解析する。この解析は、基準データとの比較を容易にするために行われるものであるが、同様の機能を有している限り、FFT 以外の解析手法を適用してもよい。但し、以下では便宜上、FFT 解析処理を採用した説明を行う。

図 6 の横軸は時間、縦軸はセンサ 9 からの出力を表わす。また図 7 は、図 6 の波形データ（計測データ）を FFT 解析処理した結果を示すものであり、図 7（a）は数値による結果を、図 7（b）は当該数値を棒グラフにして視覚化したもの、を示す。

図 7（a）の周期番号は例示運動の累積繰り返し数を、サンプリング時間は各周期番号の例示運動に要した時間を、及びサンプリングデータ数は各周期番号の例示運動が行われ

10

20

30

40

50

た期間の間に抽出されたデータ数を、表す。これらのデータはFFT解析処理のための条件として採用され、当該処理を通して得られる評価値は、左手及び右手の運動機能を定量的に表した数値指標である。

なお、この周期番号における一周期は、手の甲を上に行っている状態から手のひらを上にした状態を経て、手の甲を上にした状態に戻るまでの運動を含むことになる。また、この処理において、例示運動の時刻基準で、例示運動の一周期ごとに解析しているのので、FFTの結果は、例示運動を基準として解析していることになる。

また、この評価値は、主成分強度に対する他の成分の強度の比率であり、値が小さいほど、運動が滑らかであることを示している。つまり、この評価値が小さいと運動が良好であるのに対して、評価値が大きいと運動機能に問題があることになる。図7の評価値の逆数をとると、それは動きの良さの評価値になる。

【0018】

[例示データ記憶部11]

例示データ記憶部11は、被験者が評価装置1を使用して評価を行う際に、表示部7に表示される例示映像のもとになる例示データを記憶している。

図3に例示データに基づいて表示部7に映し出される例示映像の一例を示しているが、手のひらが見える状態と手の甲が見える状態に交互に反転する運動が繰り返される。

【0019】

この例示データは、両手の繰り返し運動を正確に再現することを前提として作成されている。ここでいう正確とは、図4に示すように、波形データとして捉えたときの振幅及び位相のそれぞれが一定であり、規則的な運動であることを意味している。したがって、この例示データは、協調運動に対する能力が正常な被験者が行う運動をデータ化しただけでは足りず、人為的な処理を施して作成される。より具体的な例を示すと、例示データは、あるヒトが手のひらと手の甲を交互に反転する運動をしている様子をセンサで取得し、取得した運動データを用い、振幅及び位相のそれぞれが一定となるようにデータ処理して作成される。例示データは、左手及び右手の両方が示されるが、両手の運動が一致するように、片手、例えば左手が行う運動について作成された例示データを左右で対称に表示させて右手の例示データとして扱うことが好ましい。この場合、互いに反転される一対の例示データは、同期がとられている。

【0020】

[例示映像生成部12]

例示映像生成部12は、例示データ記憶部11に記憶されている例示データに処理を施して、任意の速度の繰り返し映像を生成する。例えば、例示データが1倍速とした場合に、0.5倍速、0.7倍速というように、例示データより減速することができるし、1.5倍速、2.0倍速というように、例示データより増速することができる。もちろん、例示データと同じ1倍速のままでよい。任意の速度は、モードスイッチ6により選択することができるが、他のスイッチを設けてもよい。

このように、任意の速度を選択できれば、被験者に適合した例示映像を提示することが可能であり、運動機能が衰えてきた高齢者から元気の良い壮年・青年、また幼児までを含めて計測に最適の映像提示が可能である。

【0021】

[評価対象データ記憶部13]

評価対象データ記憶部13は、被験者が評価装置1を使用する度に、計測データ解析部10で生成された評価対象データを記憶して蓄積する。例えば、特定の被験者Aが評価装置1を使用すると、評価対象データ記憶部13は、被験者Aについての識別データ(ID)と、使用した日時に関するデータと、評価対象データと、が対応付けられたデータ群として記憶することができる。評価装置1を使用する者が複数人(被験者A、B、C…)いる場合には、被験者A、被験者B、被験者C…を区別して、データ群が記憶される。

【0022】

評価対象データ記憶部13に記憶される過去の評価対象データ(以下、旧評価対象デー

タ)は、被験者が新たに評価装置1を使用して評価する際に、新たな評価対象データを基準データと比較するのに加えて、新たな評価対象データと比較される。この新旧データの比較により、現在の被験者の運動機能状態を評価することができる。本発明は、場合によっては、新旧データの比較だけを行うことを許容する。この場合には、新旧データのいずれか一方、通常は旧データが基準データに該当する。

なお、記憶して蓄積される評価対象データとしては、計測データから、評価値分布に基づく平均、分散などの評価値計算に必要なデータを生成して、それだけを記憶することもできる。

【0023】

[基準データ記憶部14]

基準データ記憶部14は、被験者が評価装置1を使用して評価を行う際に、被験者の計測データと比較する基準データを記憶している。

この基準データは、協調運動をする能力が正常なヒト(以下、正常者)が、例示データに基づいて協調運動を行った時の計測データに基づいて設定される。この基準データは、特定の個人についてのデータを用いてもよいし、複数の正常者の個々のデータに基づいて設定される標準的なデータを用いてもよい。そうすることにより、客観的な評価結果を得ることができる。なお、第1実施形態における基準データは、被験者とは別の他人の運動に基づくものであることを前提としている。

この基準データは、評価装置1を作成する段階で基準データ記憶部14に記憶されるが、評価装置1を使用して、正常と評価された評価対象データを、事後的に基準データに加えることもできる。

図8(b)に基準データの一例を示している。この基準データは、解析データ(図7(b)、図8(a))と同様の周期(第2周期~第18周期)に対応して、左手及び右手のそれぞれについて付与された基準値を含んでいる。

例示映像生成部12において、例示データが減速又は増速された場合には、その程度に応じて、基準データも減速又は増速されることになる。

【0024】

[評価部15]

本実施形態における評価部15は、評価対象データと基準データを比較して評価を行う第1モードと、評価対象データ(新評価対象データ)と評価対象データ記憶部13に記憶されている旧評価対象データを比較して評価を行う第2モードと、を有する。この第1モードと第2モードは、モードスイッチ6を操作することで選択することができるが、第1モードのみ、第2モードのみ及び第1モードと第2モードの両者を選択することができる。

【0025】

第1モードにおいて、評価部15は、計測データ解析部10により生成された評価対象データを取得するとともに、基準データ記憶部14から基準データを取得し、両者を比較する。

具体的な比較は、種々想定できるが、例えば、第2周期~第18周期(図7参照)の全ての周期について、対応する周期の基準データと評価対象データの差分を求め、さらにこの差分値の総和を求めて予め定められているしきい値と比較する。差分値の総和がしきい値以下であれば、当該被験者の協調運動能力は正常と評価し、差分値の総和がしきい値を超えるのであれば、当該被験者の協調運動能力は異常と評価する。

【0026】

また、特定の周期に絞って比較することもできる。例えば、評価対象データの中から、評価値の小さい連続する複数の周期だけを比較の対象とし、これと基準データを比較する。図7(b)の例でいうと、第3周期~第5周期、第13周期~第17周期が該当する。この場合、基準データ(図8(b))の方は、全周期に亘って基準値に差異がないので、いずれの周期を用いても構わない。換言すると、基準データは、第2周期~第18周期の全てに亘っている必要はなく、標準的なデータとしても差し支えない。

10

20

30

40

50

【0027】

次に、第2モードについて、評価対象データ（新評価対象データ）と比較されるのが被験者本人の旧評価対象データであることを除いて、第1モードと同様にして評価が行われる。ただし、この場合の正常・異常の評価は、当該被験者本人の旧評価対象データに対してのものであり、ヒトの標準的な運動能力に対する評価ではないことに留意する必要がある。

【0028】

評価部15は、以上のようにして評価した結果を、表示部7に表示するように指示するとともに、評価対象データとともに評価対象データ記憶部13に記憶するように指示することができる。

10

【0029】

[評価手順]

次に、図15も参照して、評価装置1を用いて被験者の高次協調運動を評価する手順を説明する。

被験者が評価装置1のON/OFFスイッチ5を操作することにより、評価の一連の運動が開始される。

そうすると、例示データ記憶部11から例示データが読み出され、例示映像生成部12において例示データを必要に応じて速度が減速又は増速された例示映像が表示部7に表示される（図15 S101, S103）。例示映像は、図3に示すように、両手の手のひらが上を向いている（図3の上段）初期状態から、両手の甲が上を向いている状態（図3の中段）を経由して、両手の手のひらが上を向く初期状態（図3の下段）に戻るといった反転運動を繰り返す。なお、図3には、両手の手のひらが上を向いている状態から両手の甲が上を向いている状態の途中の過程が省略されている。また、図3は、ヒトの身体としての手自体を実写した映像であり、以下、単にヒトの手と言うが、ヒトの手と見間違えるように模擬された映像をコンピュータグラフィックにより作成して用いることもできる。

20

【0030】

被験者Sは、図5に示すように、評価装置1の表示部7に映し出される例示映像を見ながら、これに倣って自己の手を反転運動する。センサ9は、この被験者Sの両手の運動を検知し、計測データを生成し、計測データ解析部10に送る（図15 S105）。

例示映像は、予め定められた期間に亘って表示部7に映し出される。この期間は、時間（例えば10秒）で特定することができるし、両手の反転運動を繰り返す回数で特定することもできる。また、この期間は、モードスイッチ6を操作することにより、短めにしたり長めにしたりすることもできる。さらに、両手の反転運動を行う一周期に要する時間（周波数）を短めにしたり長めにしたりすることもできる。

30

【0031】

映し出される例示映像に倣って被験者が行う両手を同時に反転させる運動は、以下の流れで実現される。つまり、被験者は、例示映像を見て視覚的に行うべき運動を把握し、この把握した運動に従って、自己の両手を動かす運動生成を行う。被験者は、自己の行っている運動を視覚及び筋運動知覚により認識し、視覚により把握した自己の運動と当該認識が一致するようにフィードバックしながら、例示映像に倣って運動生成を続ける。

40

ここで、例示映像に倣って行われる被験者の運動のような、両手（手指）の協調運動は、通常のヒトのなし得る運動の中で最も複雑困難なものであり、小さな運動機能の障害により、そのなめらかな発現が阻害される。したがって、例示映像に倣って行われる被験者の運動を計測し、それを評価することにより、被験者の運動機能を評価することが可能となる。

【0032】

計測データ解析部10は、計測データを取得すると、基準データとともにFFT処理を行って、評価対象データを生成し、評価部15に送る（図15 S107）。

第1モードが選択されている場合には、評価部15は、評価対象データを取得すると、基準データ記憶部14から取得した基準データと評価対象データとを比較することで、当

50

該被験者の標準的なヒトの運動能力に対する評価を行い、その結果を評価装置 1 の表示部 7 に表示するように指示する（図 15 S 1 0 9, S 1 1 3）。

図 9 に評価結果の表示例を示すが、評価結果が正常であれば、「正常な協調運動を行っています」といった表示をし、また、評価結果が異常であれば、「協調運動に少し問題があるようです」といった表示をする。なお、表示部 7 への表示は、任意であり、評価結果を数値化したスコアとして示すこともできるし、A, B, C といったレベルとして示すこともできる。また、表示部 7 への表示に加えて、スピーカ 8 から音声として被験者に伝えることもできる。

【0033】

また、第 2 モードが選択されている場合には、評価部 15 は、評価対象データ（新評価対象データ）を取得すると、評価対象データ記憶部 13 から取得した旧評価対象データと新評価対象データとを比較することで、当該被験者の普段の運動能力に対する評価を行い、その結果を評価装置 1 の表示部 7 に表示するように指示する（図 15 S 1 1 1, S 1 1 3）。

表示例としては、「いつもの通りに協調運動を行っています」、あるいは「いつもより協調運動が劣っています」といった表示をする。第 1 モードと同様に、評価結果を、スコアとして示すこともできるし、レベルとして示すこともできる。

【0034】

〔効果〕

以下、第 1 実施形態による評価装置 1 の効果を説明する。

評価装置 1 は、例示映像として繰り返して映し出される運動に同期して被験者が行う運動に基づいて協調運動の機能进行评估する。つまり、本実施形態によると、視覚系による例示入力、両手の動作生成、視覚による生成された動作認識、さらにこれに伴う同期生成までを観測し、評価するので、詳細でかつ広範囲の運動機能障害、さらには脳機能障害を発見、検出することが可能である。

また、評価装置 1 は、厳密に運動が定義されている例示映像を用い、かつ、この例示映像と計測結果を合わせて評価対象データを生成しているので、高い評価結果の精度を担保することができる。

しかも、評価装置 1 は、安価な構成要素だけで構築できるので、例えば、一般的な家庭において無理なく導入することができる。

さらに、評価に要する計測時間自体は 30 秒程度で十分に足りるので、運動機能を極めて簡便に評価することができる。

【0035】

評価装置 1 は、視覚を通じて例示映像を把握し、これにしたがって筋肉を動かして運動生成するという過程を経て行われる運動を評価するものであり、脳以外の身体部分をも含めた評価を行っている。したがって、運動機能に異常があるとの評価結果を得たが、視覚及び筋力については異常がないことが判明すれば、当該評価結果は脳機能に基づくものの予測（スクリーニング）をすることができる。

【0036】

また、評価装置 1 において、評価対象データと比較する基準データとして、正常者の標準的な基準データを用いると、定量的でかつ客観的な評価結果を得ることができる。

また、評価装置 1 において、評価対象データと比較するデータとして、当該被験者の過去の旧評価対象データを用いると、当該被験者の普段の運動能力に対する評価結果が得られるので、特定の被験者の運動機能を継続的に評価することができる。

【0037】

また、例示映像として映し出される両手の反転運動は、幼児から高齢者までの広範な年齢層に亘って十分に認識できるレベルのものであるとともに、被験者に応じた速度が選択される。

したがって、幼児・児童においては、各種の学習機能障害を引き起こす可能性のある脳機能障害の存在の可能性を極めて簡便に検出できる。したがって、当該障害に対して早期

10

20

30

40

50

の対応を可能とすることにより、指導・訓練により改善できる範囲を拡げ、対象となる幼児・児童のクオリティ・オブ・ライフ（QOL）を著しく改善できる。

また、高齢者においては、各種の重篤な脳障害が発現しない状態で、評価装置 1 によりスクリーニングを行うことで、将来に重篤な脳障害が発現する可能性を評価することができる。したがって、重篤な脳障害の発現を抑制するために必要な資源を有効に投入することができる。こうして重篤な脳機能障害の発現を抑制することにより、対象高齢者の QOL を著しく改善できる。

【0038】

以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明の主旨を逸脱しない限り、上記実施の形態で挙げた構成を取捨選択したり、他の構成に適宜変更したりすることが可能である。 10

例えば、上述した実施形態は、ともに FFT 処理された評価対象データと基準データを比較して評価を行ったが、波形として示されるデータ同士を比較して評価することができるし、FFT 以外のデータ処理を施して比較してもよい。また、上述した評価における評価対象データと基準データの比較は、左手評価値及び右手評価値という強度を用いているが、位相分布を用いて運動機能を評価することもできる。

【0039】

また、上述した実施形態は、視覚で把握される例示映像を用いたが、例示映像に加えて、例示となる運動をスピーカ 8 から音声により出力することができる。両手の反転を例にすると、「おもて」、「うら」、「おもて」…という音声を出力することで、被験者に同期運動を促すというものである。 20

【0040】

また、上述した実施形態は、同期運動を促す具体的な例示映像として両手の反転運動を用いたが、本発明はこれに限定されず、拍手する運動、両手の指を屈伸する運動を繰り返すのを例示映像とすることもできる。評価の対象とする身体の部位は手指に限るものではなく、本発明は、脚、首などの身体部位を対象にすることができる。ただし、手指は、脚、首などの他の部位に比べて極めて器用に動かすことができるので、それだけ正常・異常の見分けが容易である。

さらに、上述した実施形態は、一つの例示データを例示映像生成部 12 にて処理することで任意の速度の繰り返し映像を生成するが、異なる速度の複数の例示データを例示データ記憶部 11 に記憶しておき、その中から特定の速度の例示データを選択できるようにしてもよい。 30

【0041】

[第 2 実施形態]

次に、本発明の第 2 実施形態を図 10～図 17 を参照して説明する。

第 2 実施形態は、被験者が対人関係機能障害を患っているか否かを評価することを目的とし、前述した第 2 モードの概念に含まれるものであり、被験者について取得した新旧の評価対象データを比較する。なお、第 2 実施形態は、さらに二つの形態に区分されるが、便宜上、両者を A、B と区別する。また、第 2 実施形態の評価装置は、基本的な構成は第 1 実施形態の評価装置 1 を踏襲するものであり、以下では、相違点を中心に説明し、評価装置 1 と同じ構成要素は図 1 と同じ符号を付ける。 40

【0042】

[第 2 A 実施形態]

第 2 A 実施形態の評価装置（1）は、図 10 及び図 11（a）に示すように、例示データ記憶部 11 が、第 1 A 例示データと、第 1 A 例示データと異なる第 2 A 例示データと、を記憶する。ここでは、第 1 A 例示データがヒトの手に関するものであり、第 2 A 例示データは、身体の部位としては手についてのものであるが、ロボットの手に関するものである。

ヒトの手の例示映像については図 3 に示したが、これに対応するロボットの手の例示映像は図 12 に示す通りであり、ヒトの手の例示映像に関する第 1 A 例示データ及びロボッ 50

トの手の例示映像に関する第2 A例示データが、例示データ記憶部11に記憶されている。図12に示されるロボットの手は、ヒトの身体ではないことが容易に認識される。

【0043】

第2 A実施形態は、第1 A例示データ及び第2 A例示データ的一方（ここでは第1 A例示データ）に基づく第1 A例示映像を表示部7に映し出し、被験者が第1 A例示映像を見ながらこれに倣って自己の手を反転運動する。そうすると、第1実施形態にて説明したように、センサ9が当該運動を検知して第1 A計測データを生成し、計測データ解析部10は第1 A評価対象データ（旧評価対象データ）を生成し、評価対象データ記憶部13に送る。評価対象データ記憶部13は、第1 A評価対象データを記憶する（図16 S201～S207）。

10

【0044】

次に、第2 A実施形態は、第1 A例示データ及び第2 A例示データの他方（ここでは第2 A例示データ）に基づく第2 A例示映像を表示部7に映し出し、被験者が第2 A例示映像を見ながらこれに倣って自己の手を反転運動する。そうすると、第1実施形態にて説明したように、センサ9が当該運動を検知して第2 A計測データを生成し、計測データ解析部10は第2 A評価対象データ（新評価対象データ）を生成し、評価部15に送る。評価部15は、評価対象データ記憶部13から第1 A評価対象データを読み出して、取得した第2 A評価対象データと比較する（図16 S209～S217）。

【0045】

第2 A実施形態は、第1 A評価対象データと第2 A評価対象データの比較結果に基づいて、当該被験者が対人関係機能障害を有しているか否かを評価できる。被験者が対人関係機能障害を有していれば、ヒトの手の第1 A例示映像に対して正常な協調運動を行えない恐れがあり、一方で、ロボットの手の第2 A例示映像に対しては正常な協調運動を行うことができる。したがって、第1 A評価対象データと第2 A評価対象データを比較することにより、当該被験者が対人関係機能障害を有しているか否かを評価することができる。例えば、第1 A評価対象データと第2 A評価対象データが一致するか、相違していてもその差が小さければ、当該被験者は対人関係機能障害を有さないものと評価でき、第1 A評価対象データと第2 A評価対象データに有意な相違があれば、当該被験者は対人関係機能障害を有しているものと評価できる。また、両データの相違の程度によって、対人関係機能障害の重篤の程度を評価することもできる。

20

30

【0046】

評価結果は、表示部7に表示させることができる（図16 S219）。この表示は、図13に示すように、「対人関係機能障害の疑いがあります／疑いはありません」といったものもあるし、「軽度／中度／重度の対人関係機能障害の疑いがあります」いうように、レベルを示すこともできる。

【0047】

第2 A実施形態では、被験者が対人関係機能障害を患っているかを評価するために、第1 A評価対象データと第2 A評価対象データを比較したが、第2 A評価対象データだけを用いて、第1実施形態と同様にして当該被験者の運動機能などを評価することができる。この場合、仮に当該被験者が対人関係機能障害を患っていたとしても、第2 A評価対象データはロボットの手に関する第2 A例示映像に基づくものであるから、対人関係機能障害の影響を受けない。

40

【0048】

〔第2 B実施形態〕

対人関係機能障害を評価するには、上述した形態の他に、いわゆるサブリミナル（Subliminal）効果を利用することもできる。

この第2 B実施形態は、例示データ記憶部11には一種類の例示データしか記憶されていないが、この例示データをそのまま用いて例示映像とするのに加えて、サブリミナル効果を発揮し得る映像を挿入して例示映像とする。

【0049】

50

以下、より具体的な例を説明すると以下の通りである。

例えば、例示データ記憶部 11 に記憶されているのが、図 12 に示されるロボットの手に関するものであり、表示部 7 に映し出される例示映像はロボットの手に関する第 1 B 例示データに基づいている。

【0050】

表示部 7 に映し出されるのは、図 11 (b) に示すように、第 1 B 例示データに基づく映像（これを第 1 B 例示映像とする）の他に、第 2 B 例示映像、第 3 B 例示映像、第 4 B 例示映像…、第 N B 例示映像である。これらの中で、第 2 B 例示映像～第 N B 例示映像は、第 1 B 例示映像に図 3 に示されるヒトの手に関する画像データが差し込まれたものである。図 11 (b) に示すように、仮に、ロボットの手だけを映し出す第 1 B 例示映像が 1 秒間に 30 フレームを表示される場合に、第 2 B 例示映像は、30 フレームの中の 1 フレームをヒトの手の画像に差し替える。同様に、第 3 B 例示映像、第 4 B 例示映像…、第 N B 例示映像は、それぞれ、30 フレームの中の 2 フレームを、30 フレームの中の 3 フレームを、30 フレームの中の N フレームを、ヒトの手の画像に差し替える。この差し替えられるヒトの手の画像は、対人関係機能障害を患っている被験者に対して、サブリミナル効果を発揮し得る要素である。

【0051】

なお、第 2 B 例示映像、第 3 B 例示映像、第 4 B 例示映像…第 N B 例示映像は、図 14 に示すように、それぞれに対応する第 2 B 例示データ、第 3 B 例示データ、第 4 B 例示データ…第 N B 例示データを予め例示データ記憶部 11 に記憶させておき、これを読み出して表示部 7 に映し出すことができる。

なお、第 2 B 例示映像、第 3 B 例示映像、第 4 B 例示映像…第 N B 例示映像を映し出すには、例示データ記憶部 11 に記憶されている第 1 B 例示データを読み出すとともに、別途用意されているヒトの手に関する例示データを差し込んで、当該例示映像を生成し、表示部 7 に映し出すこともできる。

【0052】

第 2 B 実施形態は、はじめに、第 1 B 例示映像を表示部 7 に映し出し、被験者がこの例示映像を見ながら自己の手を反転運動する。そうすると、前述したように、センサ 9 が当該運動を検知して計測データを生成し、計測データ解析部 10 は評価対象データ（第 1 B 評価対象データ）を生成し、評価対象データ記憶部 13 に送る。評価対象データ記憶部 13 は、第 1 B 評価対象データを記憶する（図 17 S301～S309）。

【0053】

次に、第 2 B 実施形態は、第 2 B 例示映像を表示部 7 に映し出し、被験者が例示映像を見ながらこれに倣って自己の手を反転運動する。そうすると、前述したように、センサ 9 が当該運動を検知して計測データを生成し、計測データ解析部 10 は評価対象データ（第 2 B 評価対象データ）を生成し、評価対象データ記憶部 13 に送る。第 2 B 評価対象データは、評価対象データ記憶部 13 に記憶される。第 2 B 実施形態は、以後、第 3 B 例示映像～第 N B 例示映像まで、第 2 B 例示映像と同様の手順で、第 2 B 評価対象データ～第 N B 評価対象データは評価対象データ記憶部 13 に記憶される（図 17 S309～S315）。

【0054】

第 N B 評価対象データまで評価対象データ記憶部 13 に記憶されると、評価部 15 は、評価対象データ記憶部 13 から第 1 B 評価対象データ～第 N B 評価対象データを読み出す。評価部 15 は、第 1 B 評価対象データと、第 2 B 評価対象データ～第 N B 評価対象データのそれぞれとを比較する（図 17 S317～S319）。したがって、比較結果は、第 1 B 評価対象データと第 2 B 評価対象データの比較結果（第 1 比較結果）、第 1 B 評価対象データと第 3 B 評価対象データの比較結果（第 2 比較結果）…第 1 B 評価対象データと第 N B 評価対象データの比較結果（第 N 比較結果）が得られる。

【0055】

第 2 B 実施形態は、それぞれの比較結果に基づいて、当該被験者が対人関係機能障害の

重篤度を評価できる。つまり、第1比較結果はヒトの手の画像の差し込み数が最も少なく、第N比較結果はヒトの手の画像の差し込み数が最も多いので、第1比較結果において第1B評価対象データと第2B評価対象データの相違が大きければ、当該被験者の対人関係機能障害が重篤である。また、第N比較結果において第1B評価対象データと第NB評価対象データの相違がみられなければ、当該被験者は対人関係機能障害を患っていないと評価できる。第2B実施形態においても、この評価結果を表示部7に表示することができる。例えば、図13に示すように、差し込んだ枚数が5枚のとき(N=5)の第5比較結果を、差し込みのない第1B評価対象データと比較して「評価値低下は10%です」というように定量的に示すことができる。

【0056】

10

以上説明したように、第2B実施形態は、第1比較結果～第N比較結果を得ることができるので、当該被験者が対人関係機能障害を患っている場合に、その重篤の程度を定量的に客観的に評価することができる。

一般に、知覚に対する刺激が非常に短時間である場合は、人間の意識としては認識できないが、潜在意識に対しては一定の影響を及ぼすという説があり、これをサブリミナル効果と称している。この効果を定量化する研究も各分野で行われており、本発明の協調運動評価装置は人間関係機能脳障害を有する患者の医学的治療分野において、有効な研究ツール、診断ツール、或いは治療ツールに成り得る。

なお、以上では、第1B評価対象データ～第NB評価対象データの全てを取得してから比較しているが、第1B評価対象データを取得した後に、第2B評価対象データを取得すると第1B評価対象データと比較し、第3B評価対象データを取得すると第1B評価対象データと比較する、というように、比較評価を逐次行うこともできる。

20

【0057】

なお、第2B実施形態において、画像データの差し込みを、30fpsであることを基準にしたが、これは例示にすぎない。また、差し込まれる画像データの枚数も同様であり、1枚毎、3枚毎、5枚毎等のように、任意に差し込むことができる。また、画像データを差し込むタイミングも限定されず、複数枚の画像データを差し込む場合に、均等間隔で差し込むことが好ましいが、必ずしも均等である必要もない。また、差し込まれる画像データは、ロボットについての前後の画像データと連続する必要がなく、ヒトの手をリアルに表現しているものであればよい。もっとも、偏りがないように一定の時間間隔で画像データを差し込むのが好ましく、かつ、その頻度(秒あたりに差し込む枚数)は、被験者が意識として認識できない以下の枚数であることが好ましい。

30

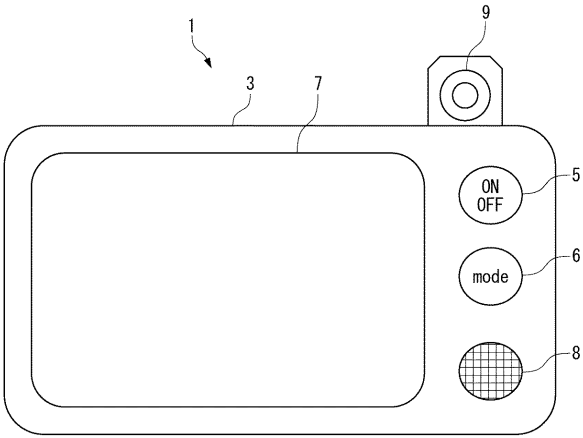
【符号の説明】

【0058】

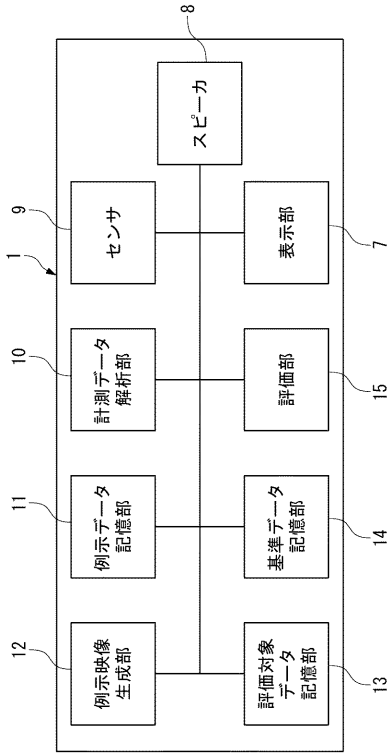
- 1 評価装置
- 3 筐体
- 5 ON/OFFスイッチ
- 6 モードスイッチ
- 7 表示部
- 8 スピーカ
- 9 センサ
- 10 計測データ解析部
- 11 例示データ記憶部
- 12 例示映像生成部
- 13 評価対象データ記憶部
- 14 基準データ記憶部
- 15 評価部

40

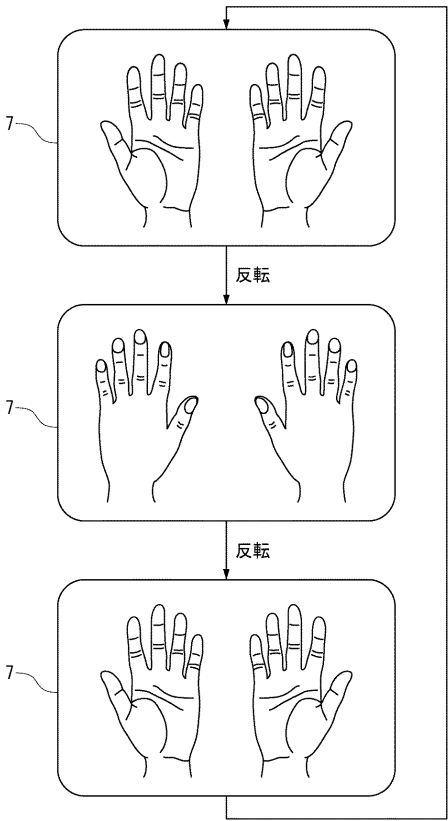
【図 1】



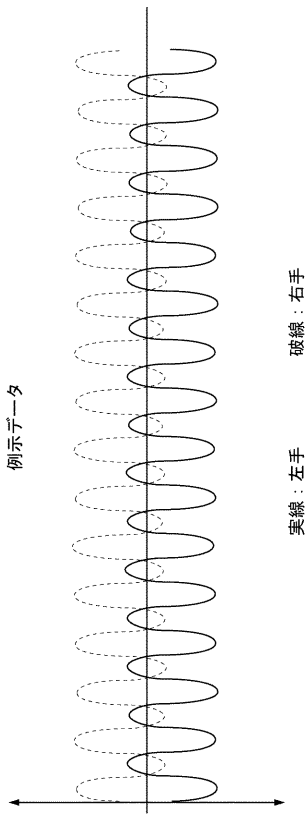
【図 2】



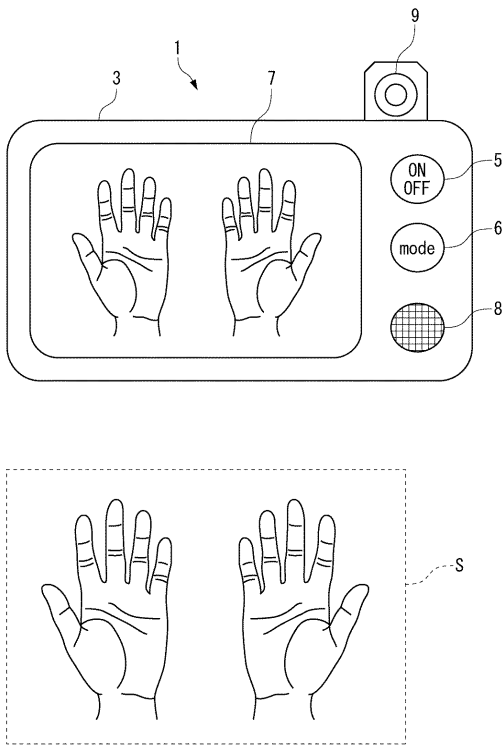
【図 3】



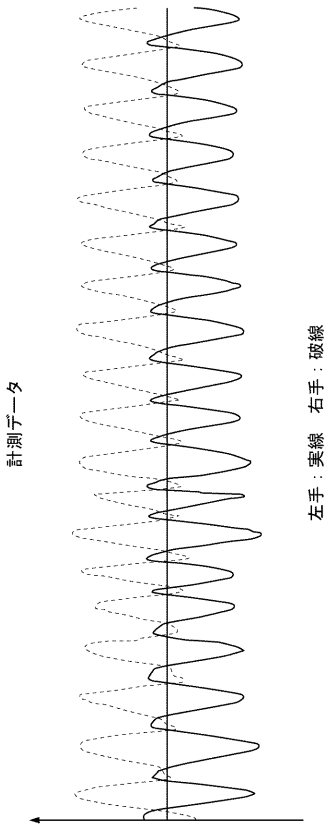
【図 4】



【図 5】



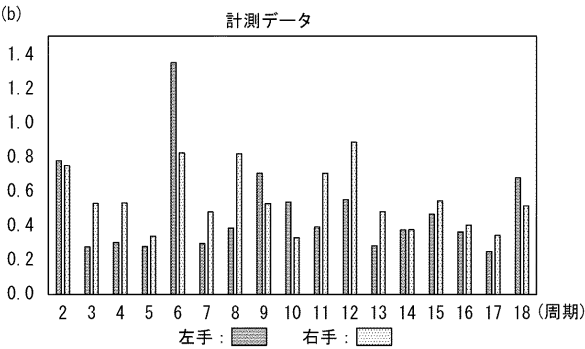
【図 6】



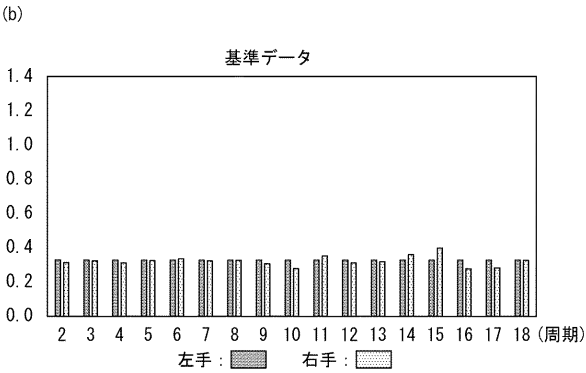
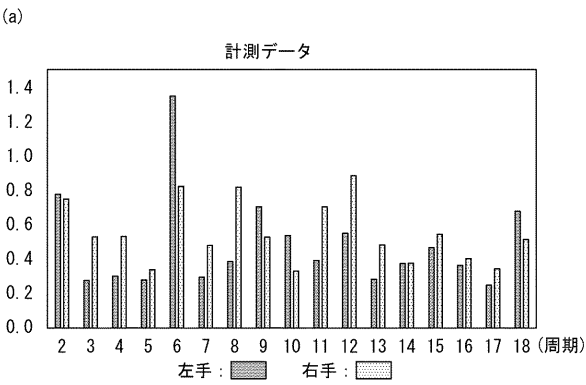
【図 7】

(a)

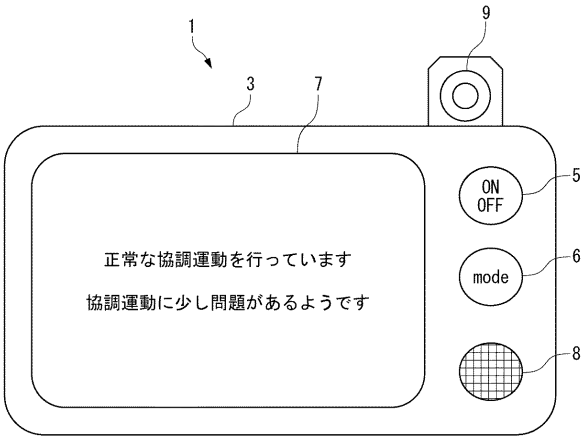
周期 番号	サンプリング 時間	サンプリング データ数	左手 評価値	右手 評価値
2	0.532999992371	53	0.732842838182	0.705942592572
3	0.533999919891	53	0.261316226525	0.498452537100
4	0.533000230789	53	0.287561965941	0.505057373395
5	0.532999992371	53	0.265429548399	0.320235269993
6	0.532999992371	53	1.262796374150	0.774744013464
7	0.533999919891	53	0.284522779103	0.451348307718
8	0.532999992371	53	0.368777831595	0.770600253468
9	0.532999992371	53	0.662466336961	0.497489117101
10	0.532999992371	53	0.507831760986	0.318630590423
11	0.533999919891	53	0.371128000653	0.664742835113
12	0.532999992371	53	0.520341540828	0.832918825248
13	0.532999992371	53	0.270396652349	0.455986496616
14	0.532999992371	53	0.356890022531	0.359133450299
15	0.534000158310	53	0.443051690242	0.516679424794
16	0.532999992371	53	0.348510514686	0.385554832406
17	0.532999992371	53	0.240126966313	0.329367036824
18	0.532999992371	53	0.637562076674	0.486960407445



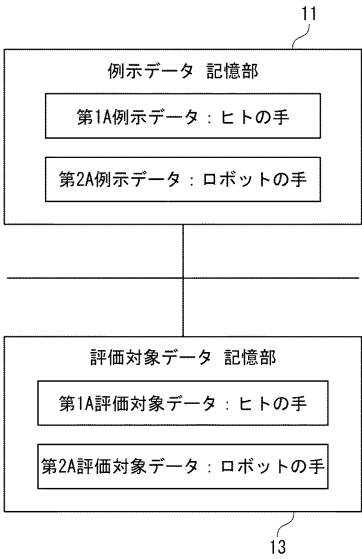
【図 8】



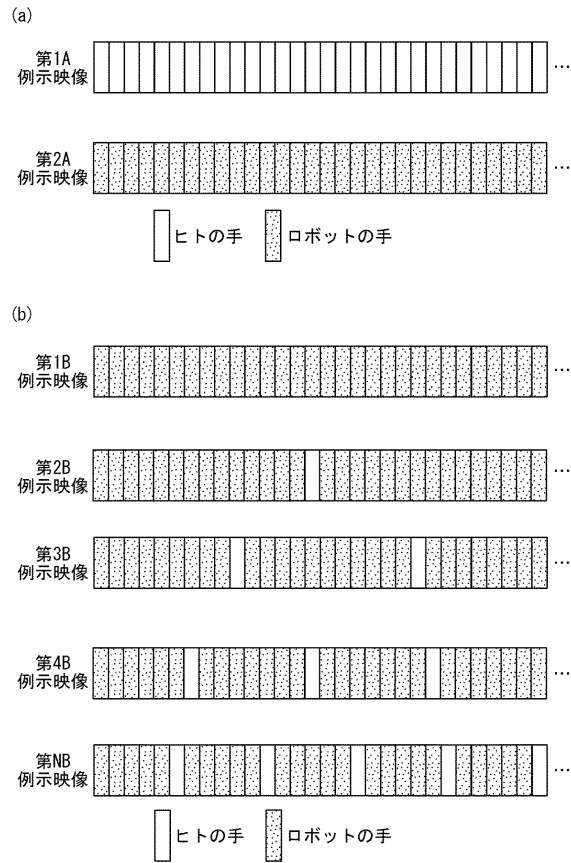
【図 9】



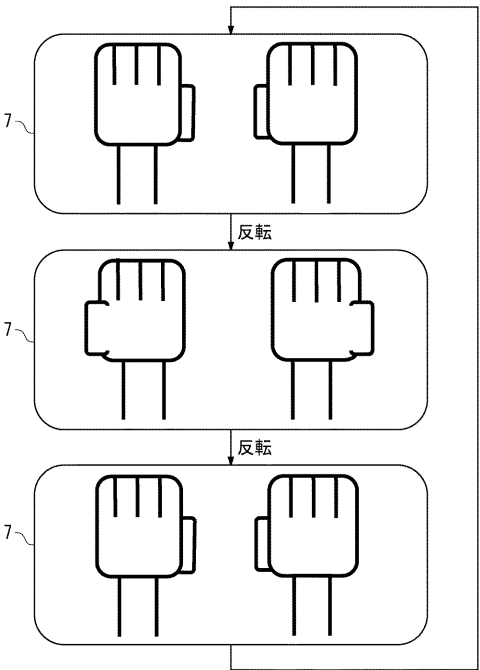
【図 10】



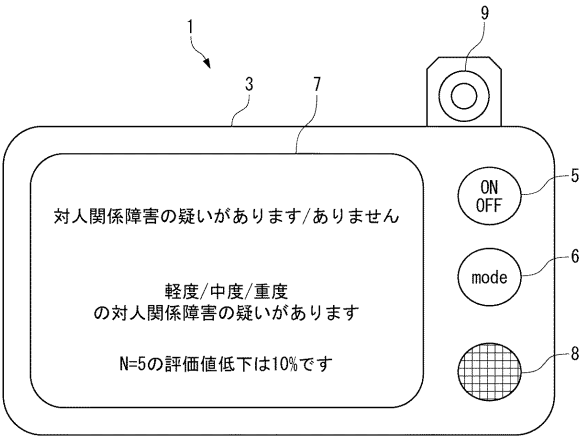
【図 11】



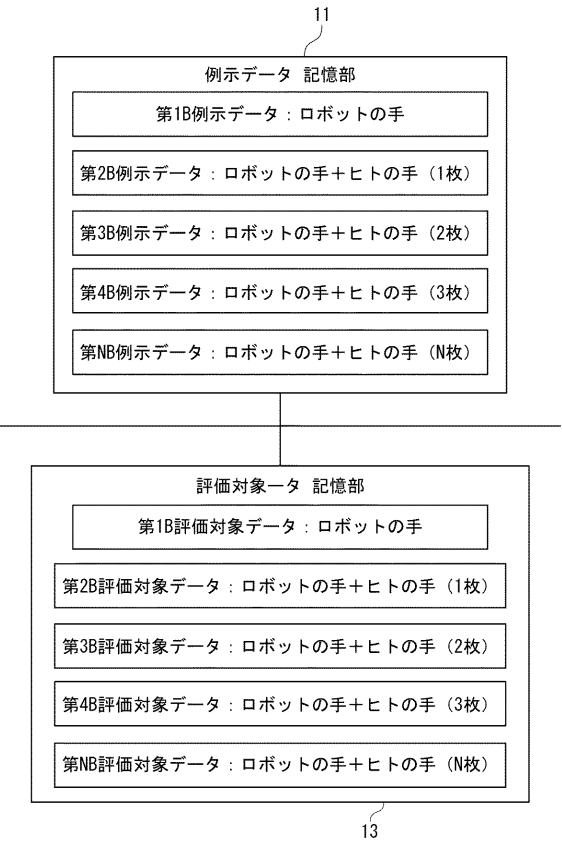
【図 12】



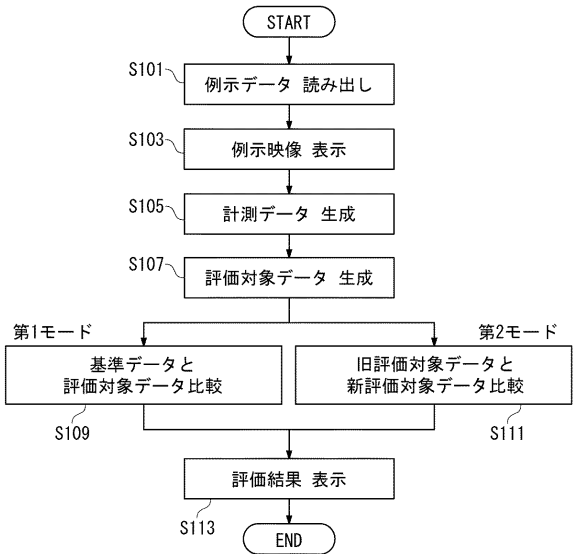
【図 1 3】



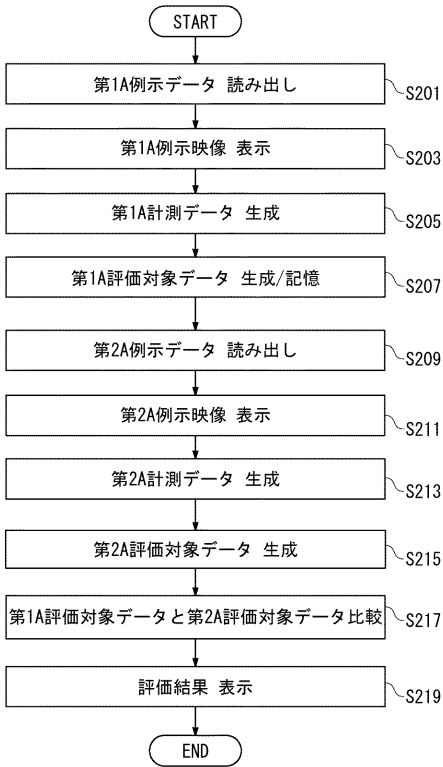
【図 1 4】



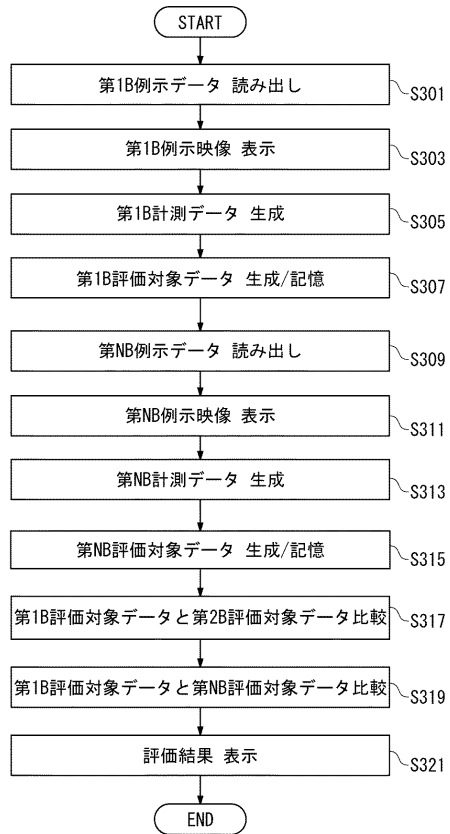
【図 1 5】



【図 1 6】



【図 17】



フロントページの続き

(72)発明者 木村 正樹

栃木県宇都宮市鶴田町1714-5

審査官 荒井 隆一

(56)参考文献 特表2014-510557 (JP, A)

特開2009-213782 (JP, A)

特表2009-542397 (JP, A)

特開平08-215177 (JP, A)

特開2006-302122 (JP, A)

金子 美樹, "3軸加速度・角速度センサを用いた前腕の回内回外運動の定量的評価指標の検討", 電気学会論文誌C, 日本, 一般社団法人電気学会, 2012年10月 1日, Vol. 132, No. 10, p. 1575~1580

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/06- 5/22

A63B 69/00-69/40

A63F 13/00-13/98