

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7675208号
(P7675208)

(45)発行日 令和7年5月12日(2025.5.12)

(24)登録日 令和7年4月30日(2025.4.30)

(51)国際特許分類		F I			
A 6 1 B	5/11 (2006.01)	A 6 1 B	5/11	2 3 0	
A 6 1 B	5/16 (2006.01)	A 6 1 B	5/16	2 0 0	
A 6 1 B	5/00 (2006.01)	A 6 1 B	5/00		D

請求項の数 12 (全19頁)

(21)出願番号	特願2023-564694(P2023-564694)	(73)特許権者	000005810 マクセル株式会社 京都府乙訓郡大山崎町大山崎小泉 1 番地
(86)(22)出願日	令和3年12月3日(2021.12.3)	(74)代理人	100104547 弁理士 栗林 三男
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/044465	(74)代理人	100209749 弁理士 栗林 和輝
(87)国際公開番号	WO2023/100347	(74)代理人	100217755 弁理士 三浦 淳史
(87)国際公開日	令和5年6月8日(2023.6.8)	(72)発明者	内田 敬治 京都府乙訓郡大山崎町大山崎小泉 1 番地 マクセル株式会社内
審査請求日	令和6年5月23日(2024.5.23)	(72)発明者	橘 蘭 京都府乙訓郡大山崎町大山崎小泉 1 番地 マクセル株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 指タッピング計測処理装置、方法及びコンピュータプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

二指の開閉運動である指タッピング運動を磁氣的に検出するタッピングセンサを有する計測部と、計測部により計測された計測データを処理するプロセッサと、ディスプレイとを有し、

前記プロセッサは、

前記タッピングセンサによって検出される検出情報から手指の疲労度と関連性のある特徴量を定量データとして抽出する特徴量抽出回路と、

前記特徴量抽出回路により抽出される特徴量の時系列データと、前記時系列データの傾きを伴う近似直線及びその数式とを生成する時系列データ生成回路と、

を有し、

前記ディスプレイは、前記時系列データ生成回路により生成される前記時系列データを前記近似直線とともにグラフ化して表示するとともに、前記近似直線の数式も併せて表示することを特徴とする指タッピング計測処理装置。

【請求項 2】

前記プロセッサは、前記計測部によって指タッピング運動が計測される複数の被検者の各特徴量に関する平均値データを生成する平均値データ生成回路を更に有し、前記時系列データ生成回路は、前記平均値データを示す基準線を前記時系列データに重ね合わせて前記ディスプレイに表示するための表示データを生成することを特徴とする請求項 1 に記載の指タッピング計測処理装置。

【請求項 3】

前記時系列データ生成回路は、特徴量の時系列データの時間軸を互いに等しい経過時間の複数の時間帯に分けて、各時間帯に対応する時系列データである区分データをそれぞれ生成し、各区分データの傾きを伴う近似直線及びその数式をそれぞれ生成するとともに、前記各区分データを互いに識別可能に連続する時系列に沿って前記ディスプレイに並べて表示するための表示データを生成し、

前記表示データは、前記各区分データの散布図をその対応する前記近似直線とともにグラフ化して表示するとともに、前記近似直線の数式も併せて表示するデータであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の指タッピング計測処理装置。

【請求項 4】

前記時系列データ生成回路は、特徴量の時系列データの時間軸を互いに等しい経過時間の複数の時間帯に分けて、各時間帯に対応する時系列データである区分データをそれぞれ生成し、各区分データの傾きを伴う近似直線及びその数式をそれぞれ生成するとともに、前記各区分データを互いに識別可能に各時間帯におけるそれぞれの時系列で前記ディスプレイに並べて表示するための表示データを生成し、

前記表示データは、前記各区分データの散布図をその対応する前記近似直線とともにグラフ化して表示するとともに、前記近似直線の数式も併せて表示するデータであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の指タッピング計測処理装置。

【請求項 5】

二指の開閉運動である指タッピング運動を計測してその計測結果を処理する指タッピング計測処理方法において、

前記指タッピング運動を磁気的に検出する検出ステップと、

前記検出ステップにおいて検出される検出情報から手指の疲労度と関連性のある特徴量を定量データとして抽出する特徴量抽出ステップと、

前記特徴量抽出ステップにおいて抽出される特徴量の時系列データと、前記時系列データの傾きを伴う近似直線及びその数式とを生成する時系列データ生成ステップと、前記時系列データ生成ステップにより生成される前記時系列データを前記近似直線とともにグラフ化してディスプレイに表示するとともに、前記近似直線の数式も併せて前記ディスプレイに表示する表示ステップと、

を含むことを特徴とする指タッピング計測処理方法。

【請求項 6】

前記検出ステップによって指タッピング運動が検出される複数の被検者の各特徴量に関する平均値データを生成する平均値データ生成ステップを更に含み、前記時系列データ生成ステップは、前記平均値データを示す基準線を前記時系列データに重ね合わせて前記ディスプレイに表示するための表示データを生成することを特徴とする請求項 5 に記載の指タッピング計測処理方法。

【請求項 7】

前記時系列データ生成ステップは、特徴量の時系列データの時間軸を互いに等しい経過時間の複数の時間帯に分けて、各時間帯に対応する時系列データである区分データをそれぞれ生成し、各区分データの傾きを伴う近似直線及びその数式をそれぞれ生成するとともに、前記各区分データを互いに識別可能に連続する時系列に沿って前記ディスプレイに並べて表示するための表示データを生成し、

前記表示データは、前記各区分データの散布図をその対応する前記近似直線とともにグラフ化して表示するとともに、前記近似直線の数式も併せて表示するデータであることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の指タッピング計測処理方法。

【請求項 8】

前記時系列データ生成ステップは、特徴量の時系列データの時間軸を互いに等しい経過時間の複数の時間帯に分けて、各時間帯に対応する時系列データである区分データをそれぞれ生成し、各区分データの傾きを伴う近似直線及びその数式をそれぞれ生成するとともに、前記各区分データを互いに識別可能に各時間帯におけるそれぞれの時系列で前記ディ

10

20

30

40

50

スプレィに並べて表示するための表示データを生成し、
前記表示データは、前記各区分データの散布図をその対応する前記近似直線とともにグラフ化して表示するとともに、前記近似直線の数式も併せて表示するデータであることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の指タッピング計測処理方法。

【請求項 9】

二指の開閉運動である指タッピング運動の計測結果を処理するコンピュータプログラムであって、

前記指タッピング運動を磁氣的に検出するタッピングセンサからの検出データを取得するタッピングデータ取得ステップと、

前記タッピングデータ取得ステップにより取得される検出データから手指の疲労度と関連性のある特徴量を定量データとして抽出する特徴量抽出ステップと、

前記特徴量抽出ステップにおいて抽出される特徴量の時系列データと、前記時系列データの傾きを伴う近似直線及びその数式とを生成する時系列データ生成ステップと、前記時系列データ生成ステップにより生成される前記時系列データを前記近似直線とともにグラフ化してディスプレイに表示するとともに、前記近似直線の数式も併せて前記ディスプレイに表示する表示ステップと、

をコンピュータに実行させることを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項 10】

前記タッピングセンサによって指タッピング運動が検出される複数の被検者の各特徴量に関する平均値データを生成する平均値データ生成ステップをコンピュータに更に実行させ、前記時系列データ生成ステップは、前記平均値データを示す基準線を前記時系列データに重ね合わせて前記ディスプレイに表示するための表示データを生成することを特徴とする請求項 9 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 11】

前記時系列データ生成ステップは、特徴量の時系列データの時間軸を互いに等しい経過時間の複数の時間帯に分けて、各時間帯に対応する時系列データである区分データをそれぞれ生成し、各区分データの傾きを伴う近似直線及びその数式をそれぞれ生成するとともに、前記各区分データを互いに識別可能に連続する時系列に沿って前記ディスプレイに並べて表示するための表示データを生成し、

前記表示データは、前記各区分データの散布図をその対応する前記近似直線とともにグラフ化して表示するとともに、前記近似直線の数式も併せて表示するデータであることを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 12】

前記時系列データ生成ステップは、特徴量の時系列データの時間軸を互いに等しい経過時間の複数の時間帯に分けて、各時間帯に対応する時系列データである区分データをそれぞれ生成し、各区分データの傾きを伴う近似直線及びその数式をそれぞれ生成するとともに、前記各区分データを互いに識別可能に各時間帯におけるそれぞれの時系列で前記ディスプレイに並べて表示するための表示データを生成し、

前記表示データは、前記各区分データの散布図をその対応する前記近似直線とともにグラフ化して表示するとともに、前記近似直線の数式も併せて表示するデータであることを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載のコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、指タッピング運動を計測してその計測結果を処理する指タッピング計測処理装置、方法及びコンピュータプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

高齢化社会の進行により、アルツハイマー型認知症の患者は年々増加しており、早期発見ができれば、投薬で病気の進行を遅らせることができる。物忘れなどの加齢に伴う症状

10

20

30

40

50

と、病気との区別がつきにくいこともあり、重症化して初めて病院を受診するケースも多い。

【0003】

このような状況において、アルツハイマー型認知症の早期発見に向けたスクリーニング検査としては、従来、血液検査、嗅覚テストや、医師の問診をタブレット端末上で再現した検査などが行なわれているが、採血時の痛みや検査時間の長さなど、被検者の負担が大きいという問題があった。一方、被検者の負担が少ない検査として、ボタン押しやタブレット端末を用いた片手の手指運動計測による認知機能評価も行なわれている（例えば、特許文献1参照）が、十分な検査精度が得られないという難点があった。高精度で被検者の負担が少なく簡易なスクリーニング検査を行なうことができれば、アルツハイマー型認知症の早期発見につながり、患者のクオリティオブライフの改善、医療費や介護費の削減にも貢献できる。

10

【0004】

これに対して、近年、両手の親指と人差し指とによる二指の開閉運動（指タッピング運動）からアルツハイマー型認知症特有の運動パターンを抽出できることが明らかになり、手指の運動計測及び一般的な問診による認知症検査と高い相関があることが確認されている。これらは、指タッピング運動計測によって、アルツハイマー型認知症における脳の委縮に起因する両手指のリズム運動機能の低下を捉えた結果であると言われている。また、手指は第二の脳であるといわれ、脳の中でも多くの領域が手指の働きに関係しており、手指の動きは、アルツハイマー型認知症に限らず、脳血管性やレビー小体型等の認知症、パーキンソン病、発達性協調運動障害（スキップや縄跳びができない等）等とも関係していると言われている。すなわち、指のタッピング運動から脳の状態を知ることが可能となる。更には、指のタッピング運動を脳の健康状態を示す「ものさし」として活用することで手指の巧緻運動機能を定量化できるため、ヘルスケア分野、リハビリ分野、生活支援分野など、様々な分野でも利用できる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2010-259634号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、手の親指と人差し指とによる二指の開閉運動である指タッピング運動においては、その運動中の手指の疲労度が、認知症を含む障害の進行度や運動機能の回復度合いを評価するための重要な指標となり得るものである。しかしながら、従来において、指タッピング運動は、手指の開閉運動の回数や指の開き具合を医師等の検査者が目視で確認するなど、感覚的に評価される場合もあり、そのような場合には、手指の疲労度を定量的に評価することができない。

【0007】

40

本発明は、前記事情に鑑みてなされたものであり、指タッピング運動における手指の疲労度を定量的に評価できる、指タッピング計測処理装置、方法及びコンピュータプログラム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】

【0008】

前記課題を解決するために、本発明の指タッピング計測処理装置は、二指の開閉運動である指タッピング運動を磁気的に検出するタッピングセンサを有する計測部と、計測部により計測された計測データを処理するプロセッサとを有し、前記プロセッサは、前記タッピングセンサによって検出される検出情報から手指の疲労度と関連性のある特徴量を定量データとして抽出する特徴量抽出回路と、前記特徴量抽出回路により抽出される特徴量の

50

時系列データを生成する時系列データ生成回路とを有することを特徴とする。

【0009】

本発明の上記構成によれば、タッピングセンサによって検出される検出情報から手指の疲労度と関連性のある特徴量を定量データとして抽出してその時系列データを生成するようになっているため、経時的に変化する被検者（本装置による計測を受ける人；以下、同様）の疲労度を定量的に明確に把握できるようになる。したがって、認知症を含む障害の進行度や運動機能の回復度合いを評価するための重要な指標を得ることが可能となる。

【0010】

また、上記構成において、特徴量抽出回路によって抽出される特徴量は、周期的に開閉する指タッピング運動の右手と左手のタッピング波形の位相差、指の開閉に伴う総移動距離、指タッピング運動におけるタッピング周期（開閉時間）、二指間の最大離間距離（極大点）のうち少なくとも1つを含むことが好ましい。これらの特徴量は、被検者の指タッピング運動における経時的な疲労度を直接的に示すパラメータであるため、指タッピング運動の疲労度の直接的で明確な把握（評価）を可能にする。この場合、指タッピング運動の疲労度が大きくなると、指を一定のタイミングで開閉することが難しくなってくるため、周期的に開閉する指タッピング運動の右手と左手のタッピング波形の位相差（位相のずれ）のばらつきが大きくなる。また、指タッピング運動の疲労度が大きくなると、指の開閉動作が遅くなるため、指タッピング運動におけるタッピング周期（開閉時間）が長くなるとともに、指の開閉に伴う総移動距離も減少傾向となる。更に、指タッピング運動の疲労度が大きくなると、指の動きも小さくなることから、二指間の最大離間距離（極大点）も小さくなる。このように、これらのパラメータは手指の疲労度に直接的に関連するもの（疲労度を示す直接的な指標）であり、したがって、これらを定量的にとらえることによって認知症を含む障害の進行度や運動機能の回復度合いを確実に把握できるようになる。なお、周期的に開閉する指タッピング運動における前記位相差（位相のずれ）は、例えば、右手のタッピング波形の1周期を360度とした時の右手に対する左手のタッピング波形のずれを抽出することで求められる。

【0011】

また、上記構成において、時系列データ生成回路は、グラフ化された時系列データを生成することが好ましい。このような時系列データのグラフ化は、定量的な評価を一見して行うことができるようにする。

【0012】

また、上記構成において、指タッピング計測処理装置は、時系列データ生成回路により生成される時系列データを表示するディスプレイを更に有することが好ましく、その場合、プロセッサは、計測部によって指タッピング運動が計測される複数の被検者の各特徴量に関する平均値データを生成する平均値データ生成回路を更に有し、時系列データ生成回路は、平均値データを示す基準線を時系列データに重ね合わせてディスプレイに表示するための表示データを生成することが好ましい。このような平均値データは、例えば、年齢別で平均値を算出することにより、被検者の現在の実測値との比較に基づき、年齢相応の健康状態を有しているか否かを相対的に評価できるようにし、また、そのような平均値データを示す基準線を時系列データに重ね合わせて表示することにより、被検者の相対的な健康状態を視覚的に一見して容易に把握できるようになる。

【0013】

また、ディスプレイを有する上記構成において、時系列データ生成回路は、同じ特徴量の時系列データにおける過去の履歴データを並べてディスプレイに表示するための表示データを生成することが好ましい。これによれば、認知症を含む障害の進行度や運動機能の回復度合いを一見して把握できるようになる。

【0014】

また、ディスプレイを有する上記構成において、時系列データ生成回路は、特徴量の時系列データの時間軸を互いに等しい経過時間の複数の時間帯に分けて、各時間帯に対応する時系列データである区分データをそれぞれ生成するとともに、各区分データを互いに識

10

20

30

40

50

別可能に連続する時系列に沿ってディスプレイに並べて表示するための表示データを生成することが好ましい。これによれば、一連の時系列における疲労度の段階的な変化の度合いを直線の傾きの経時的な変化として一見して把握することも可能になる。

【0015】

また、ディスプレイを有する上記構成において、時系列データ生成回路は、特徴量の時系列データの時間軸を互いに等しい経過時間の複数の時間帯に分けて、各時間帯に対応する時系列データである区分データをそれぞれ生成するとともに、各区分データを互いに識別可能に各時間帯におけるそれぞれの時系列でディスプレイに並べて表示するための表示データを生成することが好ましい。これによれば、一連の時系列における疲労度の段階的な変化の度合いを直線の傾きの差分量として一見して把握することも可能になる。

10

【0016】

また、上記構成に加えて、プロセッサは、特徴量に基づき、例えば、被検者の脳機能、認知機能の評価を（例えば、健常者のデータとの比較により）行なってもよい。そのような評価は、認知症を判別する初期段階のスクリーニングとして有効となり、認知症の検出の助けとなり得る。また、このようなプロセッサを伴う計測処理装置は、その用途が臨床分野に限らず、例えば、車の運転における判断力の判定にも寄与でき、また、脳トレ的なゲームに応用できるなど、その適用範囲が広範にわたる。

【0017】

また、本発明は、前述の指タッピング計測処理装置に加えて、指タッピング運動を計測してその計測結果を処理する指タッピング計測処理方法及びコンピュータプログラムも提供する。

20

【発明の効果】

【0018】

本発明の指タッピング計測処理装置によれば、タッピングセンサによって検出される検出情報から手指の疲労度と関連性のある特徴量を定量データとして抽出してその時系列データを生成するようになっていたため、経時的に変化する被検者の疲労度を定量的に明確に把握できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の一実施形態に係る指タッピング計測処理装置の概略的な構成を示すブロック図である。

30

【図2】タッピングセンサが親指及び人差し指に装着された被検者の両手を示す概略図である。

【図3】図1の指タッピング計測処理装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図4】交互に指タッピングする一被検者の左右の手に関し、二指間の最大離間距離（極大点）である特徴量のグラフ化された時系列データと指タッピング運動におけるタッピング周期（開閉時間）である特徴量のグラフ化された時系列データとを並べて表示する表示データの一例を示す図であり、（a）は右手の表示データを示し、（b）は左手の表示データを示す。

【図5】右手と左手を同時に周期的に開閉する指タッピング運動の右手と左手のタッピング波形の位相差（同時位相差）である特徴量のグラフ化された時系列データの一例を示す図である。

40

【図6】右手と左手を交互に周期的に開閉する指タッピング運動の右手と左手のタッピング波形の位相差（交互位相差）である特徴量のグラフ化された時系列データの一例を示す図である。

【図7】二指間の最大離間距離（極大点）である特徴量のグラフ化された時系列データの時間軸を互いに等しい経過時間の複数の時間帯に分けて、各時間帯に対応する時系列データである区分データをそれぞれ連続する時系列に沿って並べて表示する表示データの一例を示す図である。

【図8】交互に指タッピングする一被検者の左右の手に関し、指の開閉に伴う総移動距離

50

である特徴量のグラフ化された時系列データの時間軸を互いに等しい経過時間の複数の時間帯に分けて、各時間帯に対応する時系列データである区分データをそれぞれ互いに識別可能に連続する時系列に沿って表示する表示データの一例を示す図である。

【図9】交互に指タッピングする一被検者（図8と同様の被検者）の左右の手に関し、指の開閉に伴う総移動距離である特徴量のグラフ化された時系列データの時間軸を互いに等しい経過時間の複数の時間帯に分けて、各時間帯に対応する時系列データである区分データをそれぞれ互いに識別可能に各時間帯におけるそれぞれの時系列で並べて表示する表示データの一例を示す図である。

【図10】交互に指タッピングする他の被検者の左手に関し、(a)は、指の開閉に伴う総移動距離である特徴量のグラフ化された時系列データの時間軸を互いに等しい経過時間の複数の時間帯に分けて、各時間帯に対応する時系列データである区分データをそれぞれ互いに識別可能に連続する時系列に沿って表示する表示データの一例を示す図であり、(b)は、区分データをそれぞれ互いに識別可能に各時間帯におけるそれぞれの時系列で並べて表示する表示データの一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について説明する。本実施例では、以下に示すような技術を提供することにより、高度な先進技術で医療の発展と健康社会の実現に貢献する。本計測処理装置（方法）の実現により、国連の提唱する持続可能な開発目標（SDGs：Sustainable Development Goals）の「9．産業と技術革新の基盤をつくろう」に貢献する。

【0021】

また、以下の実施の形態では、指タッピング計測処理装置及びその方法について説明するが、本発明は、指タッピング計測処理装置（方法）が実行する計測処理をコンピュータによって行なえるようにするコンピュータプログラムとして構成されていても構わない。

【0022】

図1には、本発明の一実施形態に係る指タッピング計測処理装置1の概略的な構成が示されている。図示のように、二指の開閉運動である指タッピング運動を磁気的に検出するタッピングセンサ2を有する計測部10と、計測部10により計測された計測データを処理するプロセッサ30とを備える。

【0023】

計測部10は、生体の指（又はその他の可動部分であってもよい）に取り付ける発信コイルと受信コイルの対の相対距離に基づいて手指の運動データを算出するものであり、例えば、被検者の手指運動の情報を時系列に検出するものであり、少なくとも、距離、速度、加速度、躍度（加速度を時間微分したもの）のいずれかが1つに関する被検者の運動情報を、時系列データ（波形データ）として取得することができる。

【0024】

計測部10は、タッピングセンサ2と、第1及び第2の切換回路4、5と、交流を発生するための交流ジェネレータ6と、増幅・フィルタ回路7と、A/Dコンバータ8と、検波器9と、ダウンサンプリングを行なうダウンサンプラ10と、これらの動作を制御するコントローラ11とを備える。

【0025】

タッピングセンサ2は、発信コイル2A（2A'）及び受信コイル2B（2B'）の対から成り（コイルの対の複数の列でもよい）、例えば図2に示されるように被検者の手100の指（例えば爪部）に例えば両面テープや固定バンドなどによって装着される。具体的には、図2では、被検者の右手100Aの親指100aと人差し指100bとにそれぞれ発信コイル2A及び受信コイル2Bの対が装着されるとともに、被検者の左手100A'の親指100aと人差し指100bとにそれぞれ発信コイル2A'及び受信コイル2B'の対が装着される（取り付ける指が逆でもよく、他の指でもよい）。この場合、発信コイル2A（2A'）は磁場を発信し、受信コイル2B（2B'）は、発信コイル2A（2A'）が発

10

20

30

40

50

信した磁場を受信（検出）する。

【0026】

発信コイル2A（2A'）には、1つの交流ジェネレータ6が第1の切換回路4を介して接続される。第1の切換回路4による切り換え動作により、交流ジェネレータ6からの交流電流（例えば20kHzの電流）が発信コイル2A（2A'）に順次に流れ、交流電流が流れた発信コイル2A（2A'）が交流磁場を発生させる。交流ジェネレータ6は、所定周波数の交流電流を発生し、コントローラ11によって電流を流すタイミングが制御される。なお、交流ジェネレータ6が発生する信号は検波器9の検波動作の基準信号として使用される。

【0027】

コントローラ11は、第1及び第2の切換回路4, 5を制御するための同期信号を発生する。この同期信号によって第1の切換回路4と第2の切換回路5とが同時に切り換わることができ、発信コイル2A（2A'）及び受信コイル2B（2B'）の対ごとに順次に動作する。

【0028】

また、受信コイル2B（2B'）は、第2の切換回路5を介して増幅・フィルタ回路7に接続され、増幅・フィルタ回路7からの出力信号は、A/Dコンバータ8によってデジタル信号に変換され、検波器9にそのデジタル信号が伝達される。なお、A/Dコンバータ8によるアナログデータのデジタルデータ化によって、その後の処理（ダウンサンプリングなど）が容易になる。また、検波器9では、受信コイル2B（2B'）で検出された交流磁場波形のうち、第2の切換回路5による切り換え直後の所定周期分の交流磁場波形（ノイズ部分）を削除する処理も行なう。

【0029】

また、各受信コイル2B（2B'）の交流磁場波形における削除処理の時刻は、コントローラ11によって正確に制御される。この削除処理の後、検波器9は、前述した基準信号を用いて全波整流処理およびフィルタ処理（主に、低域通過フィルタ（LPF）による処理）を行なう。最後に、検波器9で処理されたデジタル信号は、ダウンサンプラ10によって、A/Dコンバータ8でのサンプリング周波数（例えば200kHz）の1000分の1程度（所定の割合）のサンプリング周波数（例えば200Hz）の粗いデータへと変換（ダウンサンプリング）される。これにより、データ全体の容量を小さくすることが可能となる。したがって、出力信号は、通信容量に制限がある中でも複数の受信コイルのデータとして、高速送信が可能となる。つまり、計測部10の通信インタフェース12は、ダウンサンプラ10から受信するデータ量が小さいため、複数の受信コイルに関する手指の運動データを、無線又は有線によってプロセッサ30に（プロセッサ30の通信インタフェース31を介して）一度に受け渡すことができる。

【0030】

計測部10により計測された計測データを処理するプロセッサ30は、タッピングセンサ2によって検出される検出情報（したがって、計測部10から出力される出力データ）から手指の疲労度と関連性のある特徴量を定量データとして抽出する特徴量抽出回路33と、特徴量抽出回路33により抽出される特徴量の時系列データを生成する時系列データ生成回路34と、特徴量抽出回路33から特徴量を受けるとともに計測部10によって指タッピング運動が計測される複数の被検者の各特徴量に関する平均値データを生成（演算）する（例えば、被検者の年齢別で平均値を算出する）平均値データ生成回路32と、特徴量抽出回路33から受ける特徴量の実測値データと平均値データ生成回路32から受ける平均値データとを比較してその比較結果を出力する比較回路35とを有する。特に、本実施形態において、時系列データ生成回路34は、特徴量のグラフ化された時系列データを生成するようになっている。なお、後述するが、特徴量抽出回路33によって抽出される特徴量は、周期的に開閉する指タッピング運動の右手と左手のタッピング波形の位相差（位相のずれ）、指の開閉に伴う総移動距離、指タッピング運動におけるタッピング周期（開閉時間）、二指間の最大離間距離（極大点）のうちの少なくとも1つを含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

また、指タッピング計測処理装置 1 は、プロセッサ 3 0 の時系列データ生成回路 3 4 により生成される時系列データ、及び、プロセッサ 3 0 の比較回路 3 5 から出力される比較結果を表示するディスプレイ 3 7 と、プロセッサ 3 0 の時系列データ生成回路 3 4 により生成される時系列データ及びプロセッサ 3 0 の平均値データ生成回路 3 2 により生成される平均値データを含む各種データを記憶するメモリ 3 6 と、プロセッサ 3 0 に対して必要なデータや命令を操作により入力できる操作入力インタフェース 3 8 とを更に含む。

【 0 0 3 2 】

上記構成において、プロセッサ 3 0 は、CPU 等によって構成され、メモリ 3 6 に記憶格納されているオペレーティングシステム (Operating System : OS)
や各種の動作制御用アプリなどのプログラムを実行することによって、前述した各種回路 3 2 , 3 3 , 3 4 , 3 5 の動作制御処理を行なうとともに、各種のアプリの起動動作を制御する。

10

【 0 0 3 3 】

メモリ 3 6 は、フラッシュメモリなどで構成され、オペレーティングシステムや、画像、音声、文書、表示、計測等の各種処理の動作制御用アプリなどのプログラムを記憶している。また、メモリ 3 6 は、オペレーティングシステムなどによる基本動作に必要なベースデータや、各種アプリなどで使用されるファイルデータなどの情報データを格納している。

【 0 0 3 4 】

なお、プロセッサ 3 0 での処理を 1 つのアプリとして記憶しておき、アプリの起動によって手指の動きの計測処理や各種特徴量の算出解析を行なってもよい。また、演算性能が高く大容量の外部のサーバ装置などで、情報処理端末から計測された計測結果を受信し、特徴量の算出解析を行ってもよい。

20

【 0 0 3 5 】

また、操作入力インタフェース 3 8 は、一般に、キーボードやキーボタン、タッチキー等による入力手段を用いるが、例えばジェスチャー操作や音声入力を用いてもよく、被検者が入力すべき情報を設定入力するものである。

【 0 0 3 6 】

また、通信インタフェース 3 1 は、計測部 1 0 から計測結果を受けるだけでなく、近距離無線通信、無線 LAN 或いは基地局通信により、別の場所にあるサーバ装置等と無線通信を行なってもよい。その場合、無線通信に際しては送受信アンテナ 3 9 を介して、サーバ装置等と計測データや解析算出した特徴量などの送受信を行なってもよい。なお、近距離無線通信としては、例えば電子タグを用いて行なわれるが、これに限定されず、他の情報端末の近くにある場合に少なくとも無線通信可能であるものであれば、Bluetooth (登録商標)、IrDA (Infrared Data Association、登録商標)、Zigbee (登録商標)、HomeRF (Home Radio Frequency、登録商標)、又は、Wi-Fi (登録商標) などの無線 LAN を用いて行なわれるようにしてもよい。また、基地局通信としては、W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) や GSM (登録商標) (Global System for Mobile communications) などの遠距離の無線通信を用いればよい。なお、超広帯域無線システム (Ultra Wide Band : UWB) を使用して端末間の位置関係や向きを検出することも可能である。図示しないが、通信インタフェース 3 1 は無線通信の手段として光通信音波による通信等、他の方法を使用してもよい。その場合、送受信アンテナ 3 9 の代わりにそれぞれ光発光 / 受光部、音波出力 / 音波入力インタフェースを用いる。

30

40

【 0 0 3 7 】

なお、本実施形態では、計測部 1 0 及びプロセッサ 3 0 が前述した各構成要素を個別に有するが、これらの構成要素の少なくとも一部又は全部を統合する機能部を備えてもよく、要は、これらのそれぞれの構成要素の機能が確保されてさえいれば、どのような構成形

50

態を成していても構わない。

【 0 0 3 8 】

また、本実施形態において、前述したプロセッサ 3 0 の時系列データ生成回路 3 4 は、生成される時系列データを様々な表示モードでディスプレイ 3 7 に表示させるための様々な表示データを生成する機能も有する。具体的には、時系列データ生成回路 3 4 は、平均値データ生成回路 3 2 により生成される平均値データを示す基準線を時系列データに重ね合わせてディスプレイ 3 7 に表示するための表示データを生成できるとともに、同じ特徴量の時系列データにおける過去の履歴データを並べてディスプレイ 3 7 に表示するための表示データを生成することもできる。また、時系列データ生成回路 3 4 は、特徴量の時系列データの時間軸を互いに等しい経過時間の複数の時間帯に分けて、各時間帯に対応する時系列データである区分データをそれぞれ生成するとともに、各区分データを互いに識別可能に連続する時系列に沿ってディスプレイ 3 7 に並べて表示するための表示データ、或いは、各区分データを互いに識別可能に各時間帯におけるそれぞれの時系列でディスプレイ 3 7 に並べて表示するための表示データを生成することもできる。

10

【 0 0 3 9 】

次に、これらの表示データに基づく表示モードも含め、図 3 のフローチャート及び図 4 ~ 図 1 0 を参照しながら、前述した構成の指タッピング計測処理装置 1 の動作の一例について更に詳しく説明する。

【 0 0 4 0 】

図 3 は、プロセッサ 3 0 が実行する処理ステップの一例を示している。図示のように、本実施形態の指タッピング計測処理装置 1 では、まず、最初に、被検者が行なう指タッピング運動が検出される（ステップ S 1 ）。この場合、計測部 1 0 は、タッピングセンサ 2 を用いて被検者の指タッピング運動を磁氣的に検出し（検出ステップ）、プロセッサ 3 0 は、タッピングセンサ 2 からの検出データを取得する（タッピングデータ取得ステップ）。このようにして被検者の指タッピング運動が計測部 1 0 で検出されてその検出情報がプロセッサ 3 0 で受けとられると、続いて、プロセッサ 3 0 は、特徴量抽出回路 3 3 によって、検出情報から手指の疲労度と関連性のある特徴量を定量データとして抽出する（ステップ S 2 ; 特徴量抽出ステップ）とともに、時系列データ生成回路 3 4 によって、抽出された特徴量の時系列データ（本実施形態では、特にグラフ化された時系列データ）を生成する（ステップ S 3 ; 時系列データ生成ステップ）。また、これと並行して或いはその後、プロセッサ 3 0 は、平均値データ生成回路 3 2 によって、被検者の各特徴量に関する平均値データを生成する（ステップ S 4 ; 平均値データ生成ステップ）。

20

30

【 0 0 4 1 】

その後、例えば、操作入力インタフェース 3 8 を通じて表示モードが選択（又は指示）される（ステップ S 5 ）と、その選択（指示）された対応する表示モードの表示データ（時系列データ）が時系列データ生成回路 3 4 から出力されてディスプレイ 3 7 に表示される（ステップ S 6 ; 表示ステップ）。

【 0 0 4 2 】

図 4 には、二指間の最大離間距離（極大点）である特徴量の時系列データと指タッピング運動におけるタッピング周期（開閉時間）である特徴量の時系列データとを並べて表示する表示モード（表示データ）の一例が示されている。具体的には、図 4 の（ a ）には、右手と左手を交互に指タッピング運動する一被検者 n の右手に関し、下側に、二指間の最大離間距離（極大点）の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の直線（近似直線） $L 1 (y = -0.0006x + 42.907)$ 、すなわち、グラフ化された時系列データが示されている。この場合、横軸は時間（ $\times 10 \text{ m s}$ ）であり、縦軸（左側の縦軸）は距離（ mm ）である。一方、図 4 の（ a ）の上側には、右手と左手を交互に指タッピング運動する同じ被検者 n の右手に関し、タッピング周期（開閉時間）の時系列データが四角のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す破線の直線（近似直線） $L 2 (y = 0.009x + 207.68)$ 、す

40

50

なわち、グラフ化された時系列データが示されている。この場合、横軸は時間（ $\times 10 \text{ ms}$ ）であり、縦軸（右側の縦軸）はタッピング周期（ ms ）である。一方、図4の（b）には、右手と左手を交互に指タッピング運動する同じ被験者nの左手に関し、下側に、二指間の最大離間距離（極大点）の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の直線（近似直線） $L1$ （ $y = 0.0002x + 23.963$ ）、すなわち、グラフ化された時系列データが示されている。この場合も、横軸は時間（ $\times 10 \text{ ms}$ ）であり、縦軸（左側の縦軸）は距離（ mm ）である。一方、図4の（b）の上側には、右手と左手を交互に指タッピング運動する同じ被験者nの左手に関し、タッピング周期（開閉時間）の時系列データが四角のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す破線の直線（近似直線） $L2$ （ $y = 0.0094x + 240.23$ ）、すなわち、グラフ化された時系列データが示されている。この場合も、横軸は時間（ $\times 10 \text{ ms}$ ）であり、縦軸（右側の縦軸）はタッピング周期（ ms ）である。これらの表示データから分かるように、指タッピング運動の疲労度が大きくなると、指の動きも小さくなることから、二指間の最大離間距離（極大点）も小さくなる。また、指タッピング運動の疲労度が大きくなると、指の開閉動作が遅くなるため、指タッピング運動におけるタッピング周期（開閉時間）が長くなる。なお、ここでは、二指間の最大離間距離（極大点）である特徴量のグラフ化された時系列データと指タッピング運動におけるタッピング周期（開閉時間）である特徴量のグラフ化された時系列データとがドットの形や直線の種類によって区別されているが、色の違いなどの他の識別形態によって区別されてもよい。

10

【0043】

20

また、このような表示モード（以下で示される他の表示モードにおいても同様）では、例えば操作入力インタフェース38からの選択（指示）により、時系列データ生成回路34は、平均値データ生成回路32によって生成される平均値データを示す基準線（例えば、二指間の最大離間距離（極大点）に関する基準線 $R1$ 及びタッピング周期（開閉時間）に関する基準線 $R2$ ）を時系列データ（直線 $L1$ 、 $L2$ 及びその対応するドット）に重ね合わせてディスプレイ37に表示データとして表示させてもよい。このような平均値データ（例えば、計測した被験者全員の年齢別の平均値）に基づく基準線 $R1$ 、 $R2$ は、対象の被験者の現在の実測値との比較に基づき、年齢相応の健康状態を有しているか否かを相対的に評価できるようにするとともに、被験者の相対的な健康状態を視覚的に一見して容易に把握できるようになる。また、このような基準線 $R1$ 、 $R2$ の表示に加えて又は代えて、特徴量抽出回路33から受ける特徴量の実測値データと平均値データ生成回路32から受ける平均値データとを比較する比較回路35からの比較結果が、例えばテキストデータなどの形態でディスプレイ37に表示されてもよい。

30

【0044】

図5には、右手と左手を同時に周期的に開閉する指タッピング運動の右手と左手のタッピング波形の位相差（同時位相差）である特徴量の時系列データを表示する表示モード（表示データ）の一例が示されている。具体的には、図5の（a）には、右手と左手を同時に指タッピング運動する一被験者 kt に関し、周期的に開閉する指タッピング運動の右手と左手のタッピング波形の位相差の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の直線（近似直線） $L3$ （ $y = 0.014x - 21.445$ ）、すなわち、グラフ化された時系列データが示されている。この場合、横軸は時間（ $\times 10 \text{ ms}$ ）であり、縦軸は位相差（ $^\circ$ ）である。一方、図5の（b）には、右手と左手を同時に指タッピング運動する別の被験者 kr に関し、周期的に開閉する指タッピング運動の右手と左手のタッピング波形の位相差の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の直線（近似直線） $L3$ （ $y = -0.0021x + 12.756$ ）、すなわち、グラフ化された時系列データが示されている。この場合も、横軸は時間（ $\times 10 \text{ ms}$ ）であり、縦軸は位相差（ $^\circ$ ）である。また、図6には、右手と左手を交互に周期的に開閉する指タッピング運動の右手と左手のタッピング波形の位相差（交互位相差）である特徴量の時系列データを表示する表示モード（表示データ）の一例が示されている。具体的には、図6の（a）には、図5の（a）と同じ被験者 kt に

40

50

関し、周期的に開閉する指タッピング運動の右手と左手のタッピング波形の位相差の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の直線（近似直線） L_3 （ $y = -0.0145x + 191.1$ ）、すなわち、グラフ化された時系列データが示されている。この場合、横軸は時間（ $\times 10 \text{ ms}$ ）であり、縦軸は位相差（ $^\circ$ ）である。一方、図6の（b）には、図5の（b）と同じ被検者krに関し、周期的に開閉する指タッピング運動の右手と左手のタッピング波形の位相差の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の直線（近似直線） L_3 （ $y = -0.0026x + 212.19$ ）、すなわち、グラフ化された時系列データが示されている。この場合も、横軸は時間（ $\times 10 \text{ ms}$ ）であり、縦軸は位相差（ $^\circ$ ）である。

10

【0045】

これらの表示データから分かるように、障害の回復度合いによっては、図5の（a）および図6の（a）に示すように、指タッピング運動の疲労度が大きくなると、指を一定のタイミングで開閉することが難しくなるため、周期的に開閉する指タッピング運動の右手と左手のタッピング波形の位相差（位相のずれ）のばらつきが大きくなる。しかしながら、健常者は、図5の（b）および図6の（b）に示されるように位相差のばらつきが小さく、右手と左手を同時に周期的に開閉する指タッピング運動では位相差がほぼ 0° を維持し、右手と左手を交互に周期的に開閉する指タッピング運動では位相差がほぼ 180° を維持する。

【0046】

20

また、このような表示モード（以下で示される又は先に示された他の表示モードにおいても同様）では、例えば操作入力インタフェース38からの選択（指示）により、時系列データ生成回路34は、例えば図5の（a）に示されるように、同じ特徴量の時系列データ（ここでは、位相差の時系列データ）における過去の履歴データH（ここでは、過去の複数のグラフ化された直線状の履歴データ）を並べてディスプレイ37に表示データとして表示させてもよい。

【0047】

図7には、二指間の最大離間距離（極大点）である特徴量の時系列データを表示する表示モード（表示データ）の他の例が示されている（横軸は時間（ $\times 10 \text{ ms}$ ）であり、縦軸は距離（ mm ）である）。ここでは、時系列データの時間軸を互いに等しい経過時間の複数の時間帯に分け、具体的には、全体で60秒の計測時間を15秒間隔で4つの時間帯T1, T2, T3, T4に分け、各時間帯T1, T2, T3, T4に対応する時系列データである区分データD1, D2, D3, D4をそれぞれ連続する時系列に沿って並べて表示するようにしている。より具体的には、図7の（a）には、右手と左手を交互に指タッピング運動する一被検者hの左手に関し、0秒～15秒の時間帯T1において、区分データD1として、二指間の最大離間距離（極大点）の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の直線（近似直線） L_4 （ $y = -0.0026x + 71.201$ ）、すなわち、グラフ化された時系列データが示されており、また、16秒～30秒の時間帯T2において、区分データD2として、二指間の最大離間距離（極大点）の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の直線（近似直線） L_5 （ $y = -0.0022x + 93.629$ ）、すなわち、グラフ化された時系列データが示されており、また、31秒～45秒の時間帯T3において、区分データD3として、二指間の最大離間距離（極大点）の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の直線（近似直線） L_6 （ $y = -0.0004x + 48.43$ ）、すなわち、グラフ化された時系列データが示されており、また、46秒～60秒の時間帯T4において、区分データD4として、二指間の最大離間距離（極大点）の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の直線（近似直線） L_7 （ $y = -0.0004x + 50.586$ ）、すなわち、グラフ化された時系列データが示されている。

30

40

【0048】

50

図7の(b)には、右手と左手を交互に指タッピング運動する同じ被検者hの右手に関し、0秒～15秒の時間帯T1において、区分データD1として、二指間の最大離間距離(極大点)の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の直線(近似直線)L4($y = -0.0021x + 67.875$)、すなわち、グラフ化された時系列データが示されており、また、16秒～30秒の時間帯T2において、区分データD2として、二指間の最大離間距離(極大点)の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の直線(近似直線)L5($y = -0.0007x + 57.319$)、すなわち、グラフ化された時系列データが示されており、また、31秒～45秒の時間帯T3において、区分データD3として、二指間の最大離間距離(極大点)の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の直線(近似直線)L6($y = -0.0008x + 67.154$)、すなわち、グラフ化された時系列データが示されており、また、46秒～60秒の時間帯T4において、区分データD4として、二指間の最大離間距離(極大点)の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の直線(近似直線)L7($y = -0.0002x + 44.68$)、すなわち、グラフ化された時系列データが示されている。

10

【0049】

これらの表示データから分かるように、指タッピング運動の疲労度が大きくなると、指の動きも小さくなることから、後の時間帯ほど、二指間の最大離間距離(極大点)も小さくなり、直線L4～L7の傾きも次第に小さくなってくる。なお、この表示モードでは、直線の線種やドットの色を変えるなどして各時間帯を識別可能に区別して表示してもよい。

20

【0050】

図8には、指の開閉に伴う総移動距離である特徴量の時系列データを表示する表示モード(表示データ)の一例が示されている(横軸は時間($\times 10$ ms)であり、縦軸は距離(mm)である)。ここでは、時系列データの時間軸を互いに等しい経過時間の複数の時間帯に分け、具体的には、全体で60秒の計測時間を15秒間隔で4つの時間帯T1, T2, T3, T4に分け、各時間帯T1, T2, T3, T4に対応する時系列データである区分データD1, D2, D3, D4をそれぞれ互いに識別可能に連続する時系列に沿って並べて表示するようにしている。より具体的には、図8の(a)には、右手と左手を交互に指タッピング運動する一被検者hの右手に関し、0秒～15秒の時間帯T1において、区分データD1として、指の開閉に伴う総移動距離の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の直線(近似直線)L8($y = 0.9821x + 500.37$)、すなわち、グラフ化された時系列データが示されており、また、16秒～30秒の時間帯T2において、区分データD2として、指の開閉に伴う総移動距離の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の点線(近似直線)L9($y = 0.8403x + 2210.3$)、すなわち、グラフ化された時系列データが示されており、また、31秒～45秒の時間帯T3において、区分データD3として、指の開閉に伴う総移動距離の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す破線の直線(近似直線)L10($y = 0.716x + 5995.6$)、すなわち、グラフ化された時系列データが示されており、また、46秒～60秒の時間帯T4において、区分データD4として、指の開閉に伴う総移動距離の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す二点鎖線の直線(近似直線)L11($y = 0.6023x + 10926$)、すなわち、グラフ化された時系列データが示されている。

30

40

【0051】

図8の(b)には、右手と左手を交互に指タッピング運動する同じ被検者hの左手に関し、0秒～15秒の時間帯T1において、区分データD1として、指の開閉に伴う総移動距離の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す実線の直線(近似直線)L8($y = 0.9747x + 806.24$)、すなわち、グラフ化された時系列データが示されており、また、16秒～30秒の時間帯T2において、

50

区分データD2として、指の開閉に伴う総移動距離の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す点線の直線（近似直線）L9（ $y = 0.7981x + 3381.4$ ）、すなわち、グラフ化された時系列データが示されており、また、31秒～45秒の時間帯T3において、区分データD3として、指の開閉に伴う総移動距離の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す破線の直線（近似直線）L10（ $y = 0.6398x + 7835.9$ ）、すなわち、グラフ化された時系列データが示されており、また、46秒～60秒の時間帯T4において、区分データD4として、指の開閉に伴う総移動距離の時系列データが丸のドットにより散布図として示されるとともに、それらのほぼ平均値を示す二点鎖線の直線（近似直線）L11（ $y = 0.5894x + 10313$ ）、すなわち、グラフ化された時系列データが示されている。

10

【0052】

これらの表示データから分かるように、指タッピング運動の疲労度が大きくなると、指の開閉動作が遅くなるため、後の時間帯ほど、指の開閉に伴う総移動距離も減少傾向となり、したがって、直線の傾きも小さくなっていく。しかしながら、健常者sの場合、図10の(a)に示されるように、時間帯にかかわらず、直線L8（ $y = 1.0794x + 140.44$ ）、L9（ $y = 1.1723x + 1102.8$ ）、L10（ $y = 1.2069x + 2485.5$ ）、L11（ $y = 1.2232x + 3146.9$ ）の傾きはほぼ一定に維持される。なお、この表示モードでは、直線の線種のみならず、色を変えるなどして各時間帯を識別可能に区別して表示してもよい。

20

【0053】

図9には、指の開閉に伴う総移動距離である特徴量の時系列データを表示する表示モード（表示データ）の他の例が示されている（横軸は時間（ $\times 10 \text{ms}$ ）であり、縦軸は距離（ mm ）である）。ここでは、時系列データの時間軸を互いに等しい経過時間の複数の時間帯に分け、具体的には、全体で60秒の計測時間を15秒間隔で4つの時間帯に分け、各時間帯に対応する時系列データである区分データD1、D2、D3、D4をそれぞれ互いに識別可能に各時間帯におけるそれぞれの時系列で並べて（時系列の原点を揃えて）表示するようにしている。より具体的には、図9の(a)には、右手と左手を交互に指タッピング運動する図8と同じ被検者hの左手に関し、15秒間の時間区間で、区分データD1としての図8の(b)における実線の直線（近似直線）L8と、区分データD2としての図8の(b)における点線の直線（近似直線）L9と、区分データD3としての図8の(b)における破線の直線（近似直線）L10と、区分データD4としての図8の(b)における二点鎖線の直線（近似直線）L11とが、原点を揃えて並べて示されている。また、図9の(b)には、右手と左手を交互に指タッピング運動する図8と同じ被検者hの右手に関し、15秒間の時間区間で、区分データD1としての図8の(a)における実線の直線（近似直線）L8と、区分データD2としての図8の(a)における点線の直線（近似直線）L9と、区分データD3としての図8の(a)における破線の直線（近似直線）L10と、区分データD4としての図8の(a)における二点鎖線の直線（近似直線）L11とが、原点を揃えて並べて示されている。

30

【0054】

これらの表示データから分かるように、指タッピング運動の疲労度が大きくなると、指の開閉動作が遅くなるため、後の時間帯ほど、指の開閉に伴う総移動距離も減少傾向となり、したがって、直線の傾きも小さくなっていく。疲労度が大きくなればなるほど、直線間の傾きの差も大きくなっていく。これに対し、健常者sの場合、図10の(b)に示されるように、直線L8（ $y = 1.0794x + 140.44$ ）、L9（ $y = 1.1723x + 181.31$ ）、L10（ $y = 1.2069x + 319.4$ ）、L11（ $y = 1.2232x + 250.55$ ）間の傾きの差も小さい。なお、この表示モードでも、直線の線種のみならず、色を変えるなどして各時間帯を識別可能に区別して表示してもよい。

40

【0055】

以上、本発明の実施の形態について図面を参照して説明してきたが、本発明は、上記し

50

た実施の形態に限定されるものではなく、様々な変形例を含むことができる。例えば、上記した実施の形態は、本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施の形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施の形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施の形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

【0056】

また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記録装置、又は、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に格納されてもよく、通信網上の装置に格納されてもよい。

10

【0057】

また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

【符号の説明】

【0058】

2 タッピングセンサ

10 計測部

30 プロセッサ

32 平均値データ生成回路

33 特徴量抽出経路

34 時系列データ生成回路

37 ディスプレイ

20

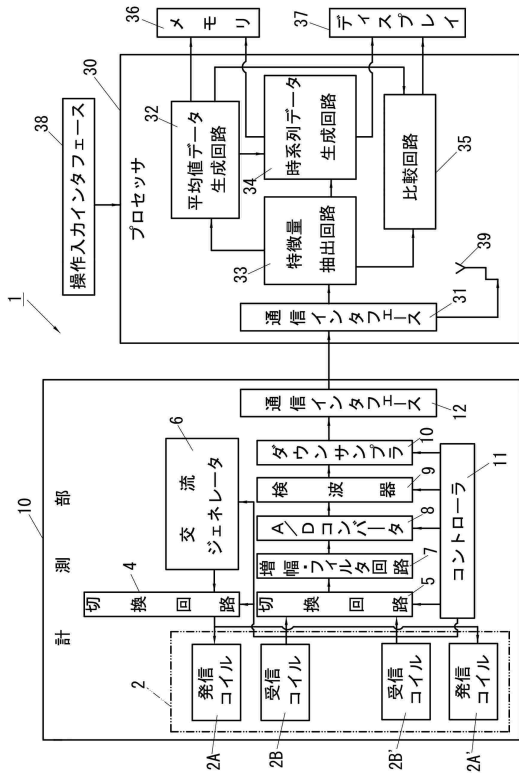
30

40

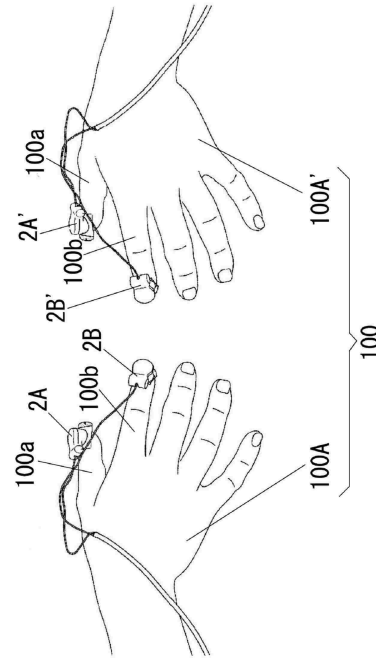
50

【図面】

【図 1】



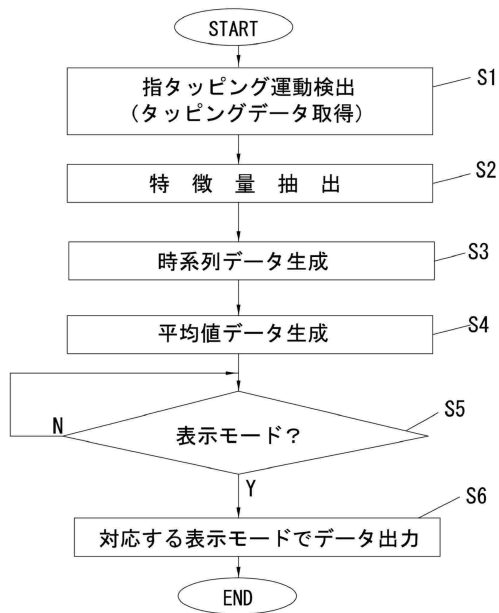
【図 2】



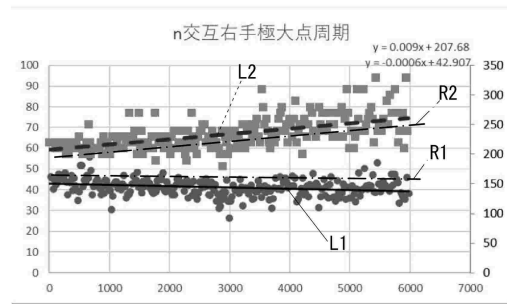
10

20

【図 3】

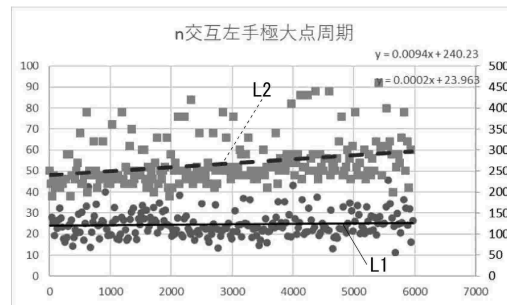


【図 4】



(a)

30

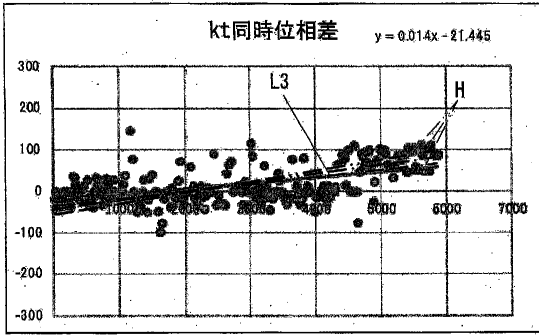


(b)

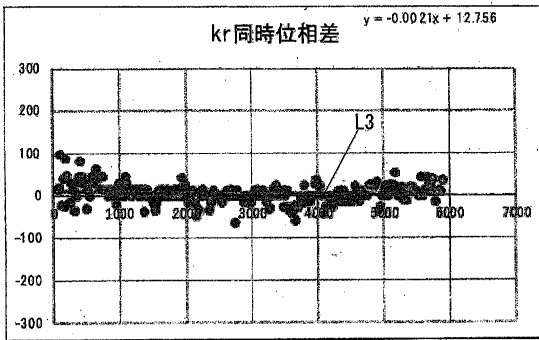
40

50

【 図 5 】

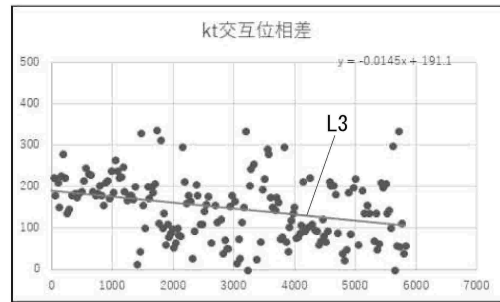


(a)

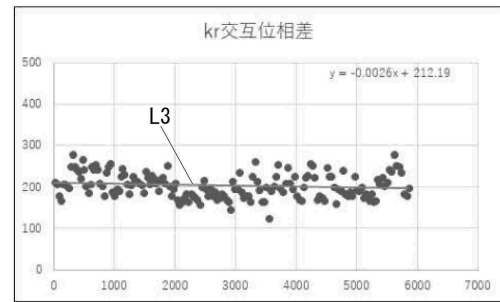


(b)

【 図 6 】



(a)

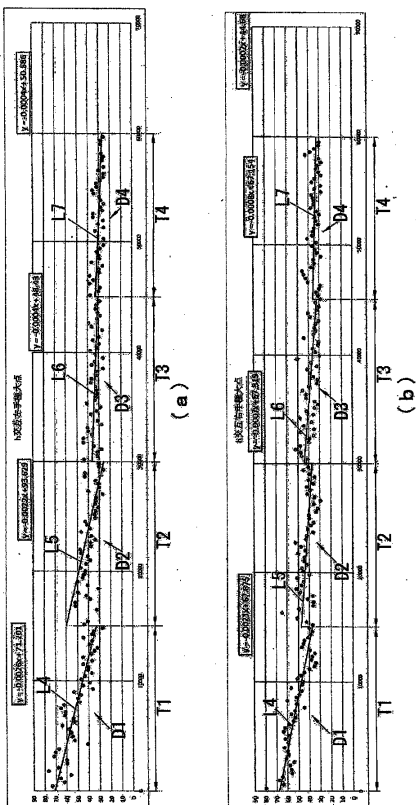


(b)

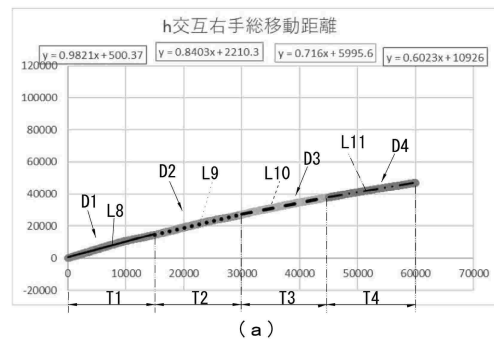
10

20

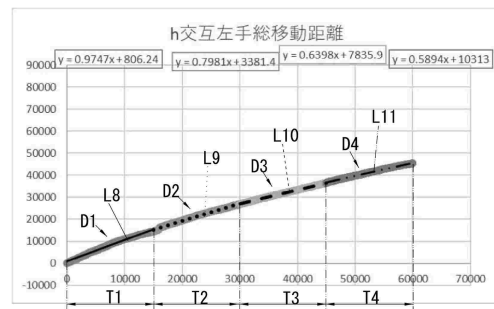
【 図 7 】



【 図 8 】



(a)



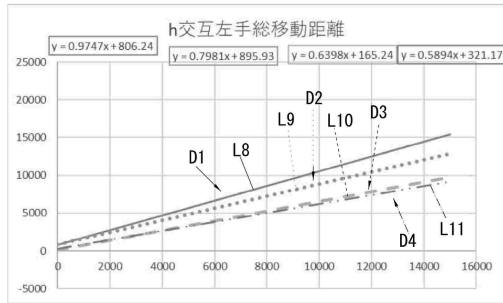
(b)

30

40

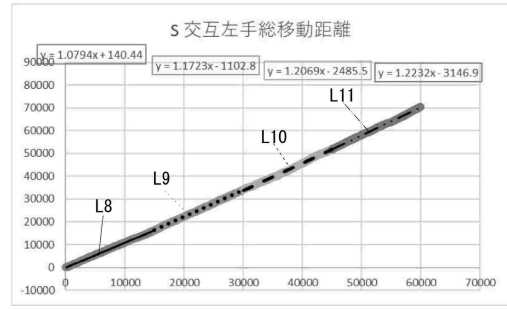
50

【 図 9 】

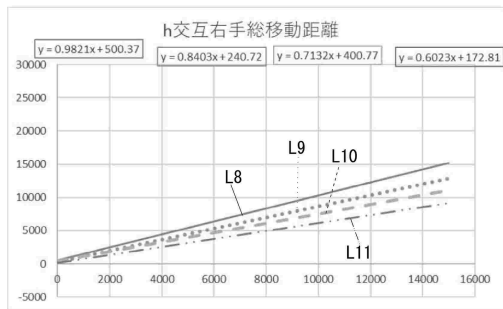


(a)

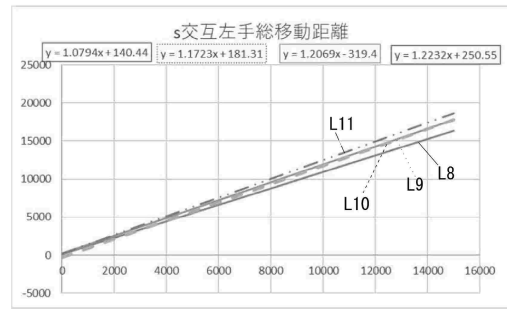
【 図 10 】



(a)



(b)



(b)

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 水口 寛彦

京都府乙訓郡大山崎町大山崎小泉1番地 マクセル株式会社内

審査官 上田 正樹

(56)参考文献 特開2007-301003(JP, A)

国際公開第2021/014717(WO, A1)

国際公開第2018/062173(WO, A1)

国際公開第2017/212719(WO, A1)

米国特許第09703407(US, B1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

A61B 5/11

A61B 5/16

A61B 5/00