

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02016/027738

発行日 平成29年6月29日 (2017.6.29)

(43) 国際公開日 平成28年2月25日 (2016.2.25)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/0488 (2006.01) A 6 1 B 5/04 3 3 0 4 C 0 2 7
 4 C 1 2 7

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

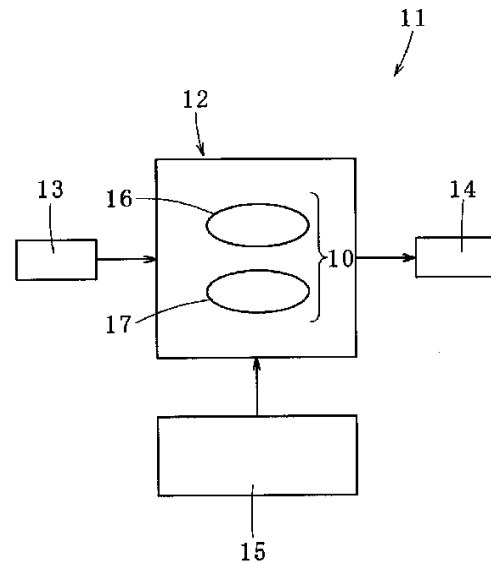
<p>出願番号 特願2015-540944 (P2015-540944)</p> <p>(21) 国際出願番号 PCT/JP2015/072785</p> <p>(22) 国際出願日 平成27年8月11日 (2015.8.11)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2014-167753 (P2014-167753)</p> <p>(32) 優先日 平成26年8月20日 (2014.8.20)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国 (JP)</p>	<p>(71) 出願人 506087705 学校法人産業医科大学 福岡県北九州市八幡西区医生ヶ丘1番1号</p> <p>(71) 出願人 504174135 国立大学法人九州工業大学 福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号</p> <p>(74) 代理人 100090697 弁理士 中前 富士男</p> <p>(72) 発明者 蜂須賀 明子 福岡県北九州市八幡西区医生ヶ丘1番1号 学校法人産業医科大学内</p> <p>(72) 発明者 蜂須賀 研二 福岡県北九州市八幡西区医生ヶ丘1番1号 学校法人産業医科大学内</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波形検査プログラム及び波形検査装置

(57) 【要約】

コンピュータ(11)に、人体への刺激によって変化する人体の電位を計測したデータから、ファジィ積分である包除積分を用いて、特定の波を検出させる。包除積分は、非加法的測度を用いたファジィ積分であることから、主観的判断を好適に演算式に置き換えることができ、特定の波の検出精度を高くすることが可能となる。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

コンピュータに、人体への刺激によって変化する該人体の電位を計測したデータから、ファジィ積分である包除積分を用いて、特定の波を検出させることを特徴とする波形検査プログラム。

【請求項 2】

請求項 1 記載の波形検査プログラムにおいて、前記人体への刺激は間欠的な電気刺激であり、前記特定の波は F 波であって、前記データは複数の前記 F 波を含み、前記コンピュータに、更に、ファジィ積分である包除積分を用いて、前記複数の F 波における任意の一つに対する他の F 波の類似性を判定させることを特徴とする波形検査プログラム。

10

【請求項 3】

請求項 2 記載の波形検査プログラムにおいて、前記電気刺激後所定時間 T 1 が経過してから、該電気刺激後所定時間 T 2 が経過するまでに電位を計測した複数の計測ポイントそれぞれに対して、該計測ポイントの前後それぞれの微分値及び分散値を基に、前記包除積分の特徴量を決定し、前記 F 波の開始点にあたる潜時ポイントを検知することを特徴とする波形検査プログラム。

【請求項 4】

請求項 3 記載の波形検査プログラムにおいて、前記潜時ポイントから所定時間内に計測された電位の最大値と、前記潜時ポイントの電位の差が所定値より小さいものを前記 F 波から除外することを特徴とする波形検査プログラム。

20

【請求項 5】

請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の波形検査プログラムにおいて、前記複数の F 波における任意の一つと他の F 波の間の、電位の差の二乗和、潜時の差、及び、電位の最大値の差それぞれを基に、前記包除積分の特徴量を決定することを特徴とする波形検査プログラム。

【請求項 6】

請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の波形検査プログラムにおいて、前記複数の F 波における任意の一つと他の F 波の間の、電位の 1 階微分の差の二乗和、潜時の差、及び、電位の最大値の差それぞれを基に、前記包除積分の特徴量を決定することを特徴とする波形検査プログラム。

30

【請求項 7】

請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の波形検査プログラムにおいて、前記複数の F 波における任意の一つと他の F 波の間の、電位の 2 階微分の差の二乗和、潜時の差、及び、電位の最大値の差それぞれを基に、前記包除積分の特徴量を決定することを特徴とする波形検査プログラム。

【請求項 8】

人体への刺激によって変化する該人体の電位を計測したデータから、ファジィ積分である包除積分を用いて、特定の波を検出する波形検出手段を備えることを特徴とする波形検査装置。

40

【請求項 9】

請求項 8 記載の波形検査装置において、前記人体への刺激は間欠的な電気刺激であり、前記特定の波は F 波であって、前記データは複数の前記 F 波を含み、ファジィ積分である包除積分を用いて、前記複数の F 波における任意の一つに対する他の F 波の類似性を判定する波形類似判定手段を、更に、備えることを特徴とする波形検査装置。

【請求項 10】

請求項 9 記載の波解析装置において、前記波形検出手段は、前記電気刺激後所定時間 T 1 が経過してから、該電気刺激後所定時間 T 2 が経過するまでに電位を計測した複数の計測ポイントそれぞれに対して、該計測ポイントの前後それぞれの微分値及び分散値を基に、

50

前記包除積分 の特徴量を決定し、前記 F 波の開始点にあたる潜時ポイントを検知することを特徴とする波形検査装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 0 記載の波形検査装置において、前記波形検出手段は、前記潜時ポイントから所定時間内に計測された電位の最大値と、前記潜時ポイントの前記電位の差が所定値より小さいものを前記 F 波から除外することを特徴とすることを特徴とする波形検査装置。

【請求項 1 2】

請求項 9 ~ 1 1 のいずれか 1 項に記載の波形検査装置において、前記波形類似判定手段は、前記複数の F 波における任意の一つと他の F 波の間の、電位の差の二乗和、潜時の差、及び、電位の最大値の差それぞれを基に、前記包除積分 の特徴量を決定することを特徴とする波形検査装置。

10

【請求項 1 3】

請求項 9 ~ 1 1 のいずれか 1 項に記載の波形検査装置において、前記波形類似判定手段は、前記複数の F 波における任意の一つと他の F 波の間の、電位の 1 階微分の差の二乗和、潜時の差、及び、電位の最大値の差それぞれを基に、前記包除積分 の特徴量を決定することを特徴とする波形検査装置。

【請求項 1 4】

請求項 9 ~ 1 1 のいずれか 1 項に記載の波形検査装置において、前記波形類似判定手段は、前記複数の F 波における任意の一つと他の F 波の間の、電位の 2 階微分の差の二乗和、潜時の差、及び、電位の最大値の差それぞれを基に、前記包除積分 の特徴量を決定することを特徴とする波形検査装置。

20

【請求項 1 5】

請求項 9 ~ 1 4 のいずれか 1 項に記載の波形検査装置において、前記 F 波の検出結果、及び、前記 F 波の類似判定結果の少なくとも一つを修正する編集手段を、更に、備えることを特徴とする波形検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、人体への刺激によって変化する人体の電位を計測したデータから、特定の波を検出する波形検査プログラム及び波形検査装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

人体は、電気刺激や、音の刺激、あるいは、光の刺激を与えられることによって、特定の部位で電位が変化する。健常者と、神経疾病の患者では、電位の変化に差があり、電位の変化を分析することは、神経疾患の診断に有効である。例えば、末梢神経を間欠的に電気刺激して得られる誘発電位に出現する F 波 (F - w a v e) に高い類似性が認められると、それは、神経疾病の示唆を意味する。

【0003】

ところで、F 波は、F 波の特徴を理解することにより医療従事者が筋電図から目視で検出することが可能である。

40

ここで、人が主観的判断によって、誘発電位中の F 波を特定する場合、負担が大きく、更に、見落としのリスクもあることが確認されている。従って、F 波の類似性の判定は、臨床での応用が進んでいない。また、これは、F 波に限ったことではなく、人体の電位の変化から得られる他の種類の波についても同様のことが言える。

そこで、人体の電位の変化から特定の波を、専用機や汎用機等によって自動検出することが求められ、その具体例が、特許文献 1 に記載されている。特許文献 1 に記載の装置は、誘発電位測定装置から入力されたデータに、移動平均や 2 次曲線近似を行うことによって、ノイズを取り去り、F 波の潜時 (開始点) 等を特定する。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 0 - 1 3 9 8 6 3 号 公 報

【 発 明 の 概 要 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、F波をはじめとする各種波は、該当の波を特定するための定量的な判断基準が定まっているとは限らず、従来手法による波の自動検出は検出精度が低いという課題があった。

本発明は、かかる事情に鑑みてなされるもので、人体の電位を計測したデータから、定量的な判断基準が定まっていない波を高い精度で検出する波形検査プログラム及び波形検査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 】

【 0 0 0 6 】

前記目的に沿う第1の発明に係る波形検査プログラムは、コンピュータに、人体への刺激によって変化する該人体の電位を計測したデータから、ファジィ積分である包除積分を用いて、特定の波を検出させる。ここで包除積分は、ショケ積分を一般化したものである。

【 0 0 0 7 】

第1の発明に係る波形検査プログラムにおいて、前記人体への刺激は間欠的な電気刺激であり、前記特定の波はF波であって、前記データは複数の前記F波を含み、前記コンピュータに、更に、ファジィ積分である包除積分を用いて、前記複数のF波における任意の一つに対する他のF波の類似性を判定させるのが好ましい。ここで包除積分は、ショケ積分を一般化したものである。

【 0 0 0 8 】

第1の発明に係る波形検査プログラムにおいて、前記電気刺激後所定時間T1が経過してから、該電気刺激後所定時間T2が経過するまでに電位を計測した複数の計測ポイントそれぞれに対して、該計測ポイントの前後それぞれの微分値及び分散値を基に、前記包除積分の特徴量を決定し、前記F波の開始点にあたる潜時ポイントを検出するのが好ましい。

【 0 0 0 9 】

第1の発明に係る波形検査プログラムにおいて、前記潜時ポイントから所定時間内に計測された電位の最大値と、前記潜時ポイントの電位の差が所定値より小さいものを前記F波から除外するのが好ましい。

【 0 0 1 0 】

第1の発明に係る波形検査プログラムにおいて、前記複数のF波における任意の一つと他のF波の間の、電位の差の二乗和、潜時の差、及び、電位の最大値の差それぞれを基に、前記包除積分の特徴量を決定するのが好ましい。

【 0 0 1 1 】

第1の発明に係る波形検査プログラムにおいて、前記複数のF波における任意の一つと他のF波の間の、電位の1階微分の差の二乗和、潜時の差、及び、電位の最大値の差それぞれを基に、前記包除積分の特徴量を決定するのが好ましい。

【 0 0 1 2 】

第1の発明に係る波形検査プログラムにおいて、前記複数のF波における任意の一つと他のF波の間の、電位の2階微分の差の二乗和、潜時の差、及び、電位の最大値の差それぞれを基に、前記包除積分の特徴量を決定するのが好ましい。

【 0 0 1 3 】

前記目的に沿う第2の発明に係る波形検査装置は、人体への刺激によって変化する該人体の電位を計測したデータから、ファジィ積分である包除積分を用いて、特定の波を検出する波形検出手段を備える。ここで包除積分は、ショケ積分を一般化したものである。

【 0 0 1 4 】

10

20

30

40

50

第2の発明に係る波形検査装置において、前記人体への刺激は間欠的な電気刺激であり、前記特定の波はF波であって、前記データは複数の前記F波を含み、ファジィ積分である包除積分を用いて、前記複数のF波における任意の一つに対する他のF波の類似性を判定する波形類似判定手段を、更に、備えるのが好ましい。ここで包除積分は、シヨケ積分を一般化したものである。

【0015】

第2の発明に係る波形検査装置において、前記波形検出手段は、前記電気刺激後所定時間T1が経過してから、該電気刺激後所定時間T2が経過するまでに電位を計測した複数の計測ポイントそれぞれに対して、該計測ポイントの前後それぞれの微分値及び分散値を基に、前記包除積分の特徴量を決定し、前記F波の開始点にあたる潜時ポイントを検知するのが好ましい。

10

【0016】

第2の発明に係る波形検査装置において、前記波形検出手段は、前記潜時ポイントから所定時間内に計測された電位の最大値と、前記潜時ポイントの前記電位の差が所定値より小さいものを前記F波から除外するのが好ましい。

【0017】

第2の発明に係る波形検査装置において、前記波形類似判定手段は、前記複数のF波における任意の一つと他のF波の間の、電位の差の二乗和、潜時の差、及び、電位の最大値の差それぞれを基に、前記包除積分の特徴量を決定するのが好ましい。

【0018】

第2の発明に係る波形検査装置において、前記波形類似判定手段は、前記複数のF波における任意の一つと他のF波の間の、電位の1階微分の差の二乗和、潜時の差、及び、電位の最大値の差それぞれを基に、前記包除積分の特徴量を決定するのが好ましい。

20

【0019】

第2の発明に係る波形検査装置において、前記波形類似判定手段は、前記複数のF波における任意の一つと他のF波の間の、電位の2階微分の差の二乗和、潜時の差、及び、電位の最大値の差それぞれを基に、前記包除積分の特徴量を決定するのが好ましい。

【0020】

第2の発明に係る波形検査装置において、前記F波の検出結果、及び、前記F波の類似判定結果の少なくとも一つを修正する編集手段を、更に、備えるのが好ましい。

30

【発明の効果】

【0021】

第1の発明に係る波形検査プログラム及び第2の発明に係る波形検査装置は、非加法的測度を用いたファジィ積分である包除積分を用いて、人体の電位を計測したデータから、特定の波を検出するので、主観的判断を好適に演算式に置き換えることができ、特定の波の検出精度を高くすることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の一実施例に係る波形検査プログラムを具備する波形検査装置の説明図である。

40

【図2】電位の変化を記録したデータの説明図である。

【図3】F波の検出の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施例につき説明し、本発明の理解に供する。

図1に示すように、本発明の一実施例に係る波形検査プログラム10は、コンピュータ11に、人体への刺激によって変化する人体の電位を計測したデータから、ファジィ積分である包除積分(Inclusion-exclusion integral)を用いて、特定の波の一例であるF波を検出させる。以下、詳細に説明する。

50

【 0 0 2 4 】

コンピュータ 11 は、図 1 に示すように、波形検査プログラム 10、波形検査プログラム 10 を収めた本体部 12、キーボードやマウスからなる入力部 13、及び、ディスプレイやプリンターからなる出力部 14 を備えている。

本体部 12 は、波形検査プログラム 10 がインストールされた記憶デバイスや CPU に加え、外部からデータを取得するためのインターフェースを具備している。なお、図 1 において、本体部 12 が備える記憶デバイス、CPU 及び各種インターフェースの記載は省略されている。

【 0 0 2 5 】

入力部 13 及び出力部 14 は本体部 12 に接続され、本体部 12 は、入力部 13 からの入力操作に従って、波形検査プログラム 10 を起動し、データ取得用のインターフェースから取得した外部からのデータに対し、所定の演算を行う。

そして、波形検査プログラム 10 によって演算した結果は、必要に応じて出力部 14 に出力される。従って、コンピュータ 11 の使用者は、出力部 14 からの出力を参照することにより、波形検査プログラム 10 の演算結果を確認することができる。

【 0 0 2 6 】

本実施例では、本体部 12 (即ち、コンピュータ 11) が外部から取得するデータは、人体に電気刺激を与える装置 (即ち、誘発電位計測装置 15) が、人体の所定部分の電位を計測して得たものである。誘発電位計測装置 15 に、人体の運動神経を電気刺激して、人体の筋の活動電位の変化を計測するものを採用した場合について、以下、説明するが、誘発電位計測装置 15 の代わりに、人体の感覚神経を電気刺激して感覚神経の活動電位の変化を計測するものや、人体の他の部位を電気刺激して、人体の他の部分の電位の変化を計測するものを採用することもできる。

また、電気刺激の代わりに、音による聴覚の刺激や、光による視覚の刺激を与えて、人体の所定部分の電位の変化を計測する誘発電位計測装置を、本発明に適用することも可能である。

【 0 0 2 7 】

誘発電位計測装置 15 は、人体の末梢神経を間欠的に電気刺激して、人体の筋の活動電位の変化を測定し、測定した活動電位の時間軸に対する変化をデータ (本実施例では、誘発電位のデータ) として記録する。

電気刺激の強度は、末梢神経に対して最大上刺激を与えるレベルであり、一回の電気刺激により、原則として、図 2 に示すように、1 つの M 波と 1 つの F 波が出現する。M 波は、電気刺激が与えられた後で F 波が出現する前に発生し、F 波に比べて振幅が大きい。

図 2、図 3 においては、末梢神経に電気刺激を与えたタイミングに三角の印を付している。

【 0 0 2 8 】

誘発電位計測装置 15 は、一回の計測で、人体の末梢神経に複数回の電気刺激を与えるため、一回の計測結果を含んだデータには、複数の F 波が含まれることになる。

誘発電位計測装置 15 によって記憶されたデータは、記憶デバイスを介して、オフラインで、本体部 12 に供給されることや、通信ケーブルを介して、オンラインで、本体部 12 に送信されることが可能である。

【 0 0 2 9 】

そして、波形検査プログラム 10 は、誘発電位計測装置 15 が本体部 12 に与えたデータから、F 波を検出し、更に、検出した複数の F 波において、それらの類似性を判定する。F 波の類似性の判定は、神経疾患の診断に有効であり、例えば、ポリオ罹患者の場合、F 波の類似性が高くなる。従って、医療関係者は、波形検査プログラム 10 による F 波の類似性の判定結果を、神経疾病の診断基準の一つとして扱うことができる。

ここで、波形検査プログラム 10 は、コンピュータ 11 から独立したものであり、コンピュータ 11 にインストールされる前は、光ディスク等の記憶媒体に格納されている。本実施例では、主として、波形検査プログラム 10 及びコンピュータ 11 によって、波形検査

10

20

30

40

50

装置が構成されている。

【0030】

従来、活動電位を記録したデータにおけるF波の検出や、F波の類似性の判定は、例えば、医師等が、波形等を参照して主観的に行っていた。

波形検査プログラム10は、主観的な判断により行われていたF波の検出とF波の類似性の判定を、ファジィ積分の一つに分類される包除積分を用いて行う。即ち、波形検査プログラム10は、包除積分を用いて、コンピュータ11に、F波の検出とF波の類似性の判定を行わせる。なお、ファジィ積分は、非加法的測度による積分(Integral with respect to nonadditive measure)であり、単調測度による積分(Integral with respect to monotone measure)は、その特別な場合とすることができる。

以下、包除積分について説明する。

【0031】

包除積分は、ショケ積分(Choquet integral)を一般化したものであり、包除積分のクラス(class)は、ショケ積分を含む自由度の高いクラスである。

v を要素数 n の集合 $N = \{1, 2, \dots, n\}$ のべき集合 2^N 上のファジィ測度とし、次の式1を一般の多変数関数とし、

【0032】

【数1】

$$I(x | A) : [0, +\infty)^n \rightarrow [0, +\infty) \quad (\text{式1})$$

【0033】

次の式2を N 上の非負関数(nonnegative measure)とすると、

【0034】

【数2】

$$f(i) \geq 0 \quad (\text{式2})$$

【0035】

f の v についての包除積分は、次の式3で定義される。なお、ファジィ測度とは、非加法的測度(nonadditive measure)であり、単調測度(monotone measure)とも呼ばれる。

【0036】

【数3】

$$(I) \int f dv := \sum_{A \in \mathcal{P}(\Omega)} \left(\sum_{B \supset A} (-1)^{|B \setminus A|} I(f | B) \right) v(A). \quad (\text{式3})$$

【0037】

なお、 v が 2^N 上のファジィ測度であるとは、集合関数 $v : 2^N \rightarrow [0, \dots]$ が次の式4、式5の条件を満たすことを意味する。

【0038】

10

20

30

40

【数 4】

$$v(\emptyset) = 0, v(N) = 1 \quad (\text{式 4})$$

【0039】

【数 5】

$$A, B \in 2^N, A \subset B \text{ ならば } v(A) \leq v(B) \quad (\text{式 5})$$

10

【0040】

また、ファジィ測度 v についての包除積分は、 v のメビウス変換 m^v を用いて、次の式 6 のように表現することもできる。

【0041】

【数 6】

$$(I) \int f dv = \sum_{A \in \mathcal{P}(\Omega)} I(f | A) m^v(A) \quad (\text{式 6})$$

20

【0042】

なお、 v を 2^N の集合関数として、 v のメビウス変換 m^v は以下のように定義される。即ち、任意の $A \in 2^N$ に対して、次の式 7 が成立し、

【0043】

【数 7】

$$m^v(A) := \sum_{B \subset A} (-1)^{|A \setminus B|} v(B) \quad (\text{式 7})$$

30

【0044】

v と m^v は一対一対応、即ち逆変換が存在し、任意の $A \in 2^N$ に対して、次の式 8 が成り立つ。

【0045】

【数 8】

$$v(A) = \sum_{B \subset A} m^v(B) \quad (\text{式 8})$$

40

【0046】

波形検査プログラム 10 が用いる F 波を検出する包除積分及び F 波の類似性を判定する包除積分は、特徴量等が異なるため、以下、F 波を検出するものを包除積分、F 波の類似性を判定するものを包除積分として説明する。

波形検査プログラム 10 は、図 1 に示すように、包除積分を用いて F 波を検出する第 1 のプログラム部（即ち、波形検出手段 16）及び包除積分を用いて F 波の類似性を判定する第 2 のプログラム部（即ち、波形類似判定手段 17）を備えている。

50

【 0 0 4 7 】

ここで、種々の検討により、活動電位を記録したデータ（人体の電位を計測したデータ）におけるF波の検出は、F波の開始点（F波の開始時点）の前後の微分とF波の開始点の前後の発散とを基に判定基準を定めるのが有効であることが確認された。

また、電気刺激を与えてから、所定時間（以下、所定時間T1とする）が経過するまでに出現する波、及び、電気刺激を与えてから所定時間（以下、所定時間T2とする）が経過した後に出現する波は、F波ではないことが知られている。なお、 $T1 < T2$ である。

所定時間T1、T2は、それぞれ特定の値が確定しておらず、およその範囲が定められている。本実施例では、所定時間T1は5～100msの範囲の値であり、所定時間T2は6～130msの範囲の値である。

10

【 0 0 4 8 】

これらから、本実施例においては、活動電位を記録したデータにおいて、図3に示すように、電気刺激後、所定時間T1が経過してから、電気刺激後、所定時間T2が経過するまでのT2 - T1の区間（以下、検出対象区間と言う）で、電位を計測した全ての計測ポイント18に対し、計測ポイント18の前後それぞれの微分値及び分散値を基に、包除積分の特徴量を決定し、F波を検出するようにしている。

【 0 0 4 9 】

波形検出手段16は、まず、電気刺激を与えた時点を基準にして、活動電位を計測したデータから検出対象区間を特定する。次に、波形検出手段16は、検出対象区間内のn番目の計測ポイント18に対し、その計測ポイント18に適用する包除積分の特徴量を決定し、その包除積分を用いて、F波の開始点とみなせるレベル（F波の開始点らしさ）の数値を算出する。n番目の計測ポイント18について、F波の開始点とみなせるレベルの数値を算出した後、波形検出手段16は、同様の手順により、n+1番目の計測ポイント18に対し、F波の開始点とみなせるレベルの数値を算出し、検出対象区間内の全ての計測ポイント18について、順次、F波の開始点とみなせるレベルの数値を算出する。なお、nは自然数であり、検出対象区間にK個の計測ポイント18があるとして、nの最大値はKとなる。

20

【 0 0 5 0 】

次に、波形検出手段16は、検出対象区間内の全ての計測ポイント18の中から、F波の開始点とみなせるレベルの数値が最大であった計測ポイント18をF波の開始点にあたる潜時ポイント（F波開始ポイント）19として検知する。

30

従って、波形検出手段16は、検出対象区間内の複数の計測ポイント18それぞれに対して、計測ポイント18の前後それぞれの微分値及び分散値を基に、包除積分の特徴量を決定し、潜時ポイント19を検知することになる。

【 0 0 5 1 】

ここで、必ずしも、検出対象区間内の全ての計測ポイント18についてF波の開始点とみなせるレベルの数値を算出する必要はなく、例えば、奇数番目の計測ポイント18のみをその数値を算出する対象にしてもよい。

また、本実施例では、5つの特徴量を備えた包除積分が採用され、包除積分は、以下の式9によって表される。

40

【 0 0 5 2 】

【 数 9 】

$$\begin{aligned}
 y = & a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 \\
 & + a_{12}x_1x_2 + a_{13}x_1x_3 + a_{14}x_1x_4 + a_{15}x_1x_5 + a_{23}x_2x_3 \\
 & + a_{24}x_2x_4 + a_{25}x_2x_5 + a_{34}x_3x_4 + a_{35}x_3x_5 + a_{45}x_4x_5 + a_0
 \end{aligned}
 \tag{式9}$$

【 0 0 5 3 】

50

式 9 において、 y は、F 波の開始点とみなせるレベルの数値を表し、 $0 \leq y \leq 1$ の値であり、 y が 1 に近いほど潜時 (F - w a v e ' s l a t e n c y) らしいことを意味する。

そして、式 9 において、 a_1 、 a_2 、 \dots 、 a_{35} 、 a_{45} 、 a_0 は係数ないし切片であり、 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 は特徴量である。 a_1 、 a_2 、 \dots 、 a_{35} 、 a_{45} 、 a_0 は教師あり学習によって予め求められる。本実施例では、教師あり学習における教師データを、 n 番目の計測ポイント 18 が潜時ポイント 19 であるとき、 $y = 1$ とし、 n 番目の計測ポイント 18 が潜時ポイント 19 でないとき、 $y = 0$ としている。

【 0 0 5 4 】

また、 n 番目の計測ポイントに適用する包除積分 に対応する x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 は、 p 、 q 、 r 、 s を自然数として、 x_1 が、 $n - p$ 番目の計測ポイント 18 の 1 階微分の逆数、 x_2 が、 $n - q$ 番目の計測ポイント 18 の 1 階微分の値、 x_3 が、 $n - r$ 番目の計測ポイント 18 から n 番目の計測ポイント 18 までの分散、 x_4 が、 n 番目の計測ポイント 18 から $n + s$ 番目の計測ポイント 18 までの分散、 x_5 が、 n 番目の計測ポイント 18 の 2 階微分の値を n 番目の計測ポイント 18 の 3 階微分で割った値である。

10

【 0 0 5 5 】

波形検出手段 16 は、検出対象区間内で潜時ポイント 19 を特定した後、潜時ポイント 19 から所定時間 (本実施例では、 $3 \sim 8$ m s) 内に計測された電位の最大値と潜時ポイント 19 の電位を比較し、電位の差が所定値 (本実施例では、 $10 \sim 50$ m V の範囲の値) 以上の場合、潜時ポイント 19 を開始点とする波を F 波として検知する。逆に、潜時ポイント 19 から所定時間内に計測された電位の最大値と、潜時ポイント 19 の電位の差が所定値より小さい場合、潜時ポイント 19 を開始点とする波は、F 波でないと判定され、F 波から除外される。

20

【 0 0 5 6 】

ただし、F 波の検出において、潜時ポイント 19 から所定時間内に計測された電位の中で最大の値と、潜時ポイント 19 の電位の差から、F 波を除外するか否かを決定する手順は必ずしも必要ではなく、この手順を省略することも可能である。例えば、式 9 の y が所定の値 (例えば、 $0.9 \sim 1$ の範囲の値) 以上であれば、潜時ポイント 19 を開始点とする波を F 波であると判定してもよい。

30

【 0 0 5 7 】

波形検出手段 16 による F 波の検出が完了した後、波形類似判定手段 17 は、包除積分を用いて、検出された複数の F 波において、一の F 波と他の F 波の類似性 (即ち、検出された複数の F 波における任意の一つと他の F 波の類似性) を判定する。

本実施例において、波形類似判定手段 17 は、類似性を判定する F 波間の、電位の差の二乗和 (一の F 波の計測ポイントの電位と、その計測ポイントに対応する他の F 波の計測ポイントの電位の差の二乗を、F 波の計測ポイント全体について足し合わせた値)、潜時の差 (電気刺激から F 波が開始するまでに経過した時間の差)、及び、電位の最大値の差 (F 波において、電位が最大である計測ポイント 18 の電位の差)、それぞれを基に、包除積分 の特徴量を決定する。これは、F 波の波長、潜時、電位の最大値が F 波の類似性を判定する上で、有効であることを確認したためである。

40

【 0 0 5 8 】

本実施例で採用する包除積分 は、3 つの特徴量を備えた以下の式 10 で表される。

【 0 0 5 9 】

【 数 1 0 】

$$y = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{12}x_1x_2 + a_{13}x_1x_3 + a_{23}x_2x_3 + a_0 \quad (\text{式 1 0})$$

【 0 0 6 0 】

但し、式 10 において、 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_{12} 、 a_{13} 、 a_{23} 、 a_0 は係数ないし

50

切片であり、特徴量である x_1 、 x_2 、 x_3 は、それぞれ、 x_1 が、類似性を判定する F 波間の電位の差の二乗和であり、 x_2 が、類似性を判定する F 波間における電気刺激から潜時までの時間の差の二乗であり、 x_3 が、類似性を判定する F 波間において電気刺激から最大の電位の計測ポイント 18 までの時間の差の二乗である。

ここで、式 9 と同様に、 y は、潜時らしさを示し、 $0 \leq y \leq 1$ であり、 y が 1 に近いほど潜時らしいことを意味する。そして、 a_1 、 a_2 、 a_3 、 $a_{1,2}$ 、 $a_{1,3}$ 、 $a_{2,3}$ 、 a_0 は、包除積分と同様に、教師あり学習によって予め求められる。

【0061】

ここで、波形類似判定手段 17 は、包除積分の特徴量の決定のために、類似性を判定する F 波間の電位の差の二乗和を採用する代わりに、F 波間の電位の 1 階微分の差の二乗和、F 波間の電位の 2 階微分の差の二乗和、及び、F 波間の波長の差（F 波の潜時から F 波の終点までの時間差）の中の 1 つ又は 2 つあるいは全部を採用することもできる。

10

更に、波形類似判定手段 17 は、包除積分の特徴量の決定のために、類似性を判定する F 波間の、電位の差の二乗和、潜時の差、F 波間の電位の最大値の差に加え、F 波間の電位の 1 階微分の差の二乗和、F 波間の電位の 2 階微分の差の二乗和、及び、F 波間の波長の差の 1 つ又は 2 つあるいは全部を採用することもできる。

【0062】

そして、包除積分は、式 9 に示されたものに限定されず、以下の式 11 で定義された x の 5 次元ベクトルを用いて、以下の式 12 に示す数式に一般化できる。

20

【0063】

【数 11】

$$\mathbf{x} = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \quad (\text{式 11})$$

【0064】

【数 12】

$$\begin{aligned} y = & a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 + a_5 x_5 + a_{1,2} I(\mathbf{x} | \{1, 2\}) \\ & + a_{1,3} I(\mathbf{x} | \{1, 3\}) + a_{1,4} I(\mathbf{x} | \{1, 4\}) + a_{1,5} I(\mathbf{x} | \{1, 5\}) \\ & + a_{2,3} I(\mathbf{x} | \{2, 3\}) + a_{2,4} I(\mathbf{x} | \{2, 4\}) + a_{2,5} I(\mathbf{x} | \{2, 5\}) \\ & + a_{3,4} I(\mathbf{x} | \{3, 4\}) + a_{3,5} I(\mathbf{x} | \{3, 5\}) + a_{4,5} I(\mathbf{x} | \{4, 5\}) + a_0 \end{aligned} \quad (\text{式 12})$$

30

【0065】

この点、包除積分についても同様であり、包除積分は、式 10 に示されたものに限定されず、以下の式 13 で定義された x のベクトルを用いて、以下の式 14 に示す数式に一般化できる。

40

【0066】

【数 13】

$$\mathbf{x} = (x_1, x_2, x_3) \quad (\text{式 13})$$

【0067】

【数 1 4】

$$y = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{1,2} I(x | \{1, 2\}) + a_{1,3} I(x | \{1, 3\}) + a_{2,3} I(x | \{2, 3\}) + a_0 \quad (\text{式 1 4})$$

【0068】

また、波形検査プログラム 10 は、F 波の検出結果、及び、F 波の類似判定結果を、入力部 13 からの入力に従って修正する図示しない編集手段を備えている。編集手段は、波形検査プログラム 10 の一部であり、第 3 のプログラム部である。

10

従って、コンピュータ 11 の使用者は、編集手段を用いて、F 波の検出結果や、F 波の類似判定結果をマニュアル操作により修正することが可能であり、包除積分 や包除積分を基に計算した結果のみに頼るシステムに比べ、インタラクティブなシステムを確立することができる。

なお、編集手段は、F 波の検出結果又は F 波の類似判定結果のいずれか一方のみを修正できるものにしてよい。

【0069】

以上、本発明の実施例を説明したが、本発明は、上記した形態に限定されるものでなく、要旨を逸脱しない条件の変更等は全て本発明の適用範囲である。

例えば、波形検査プログラムが包除積分 を用いて検出する波や、包除積分 を用いて類似性を判定する波は、F 波に限定されず、M 波であってもよいし、他の波であってもよい。

20

また、包除積分 の特徴量は 5 つである必要はなく、包除積分 の特徴量も 3 つである必要はない。

そして、包除積分 及び包除積分 は、1 次の項及び 2 次の項を備えるものに限定されず、例えば、3 次の項を含んだ積分モデルであってもよい。

更に、編集手段は、必ずしも必要ではなく、省略してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0070】

本発明に係る波形検査プログラム及び波形検査装置によれば、人体の電位を計測したデータから、定量的な判断基準が定まっていな波を高い精度で検出できるので、神経疾患の検査に利用することが可能である。

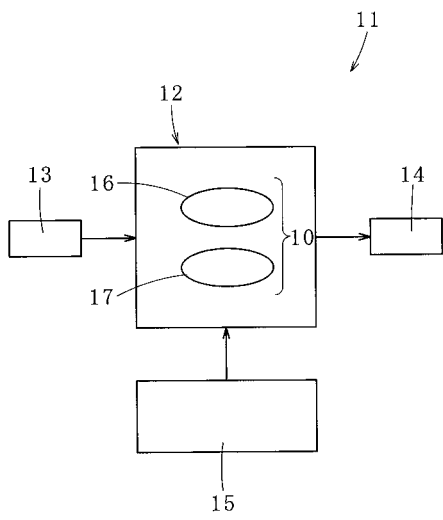
30

【符号の説明】

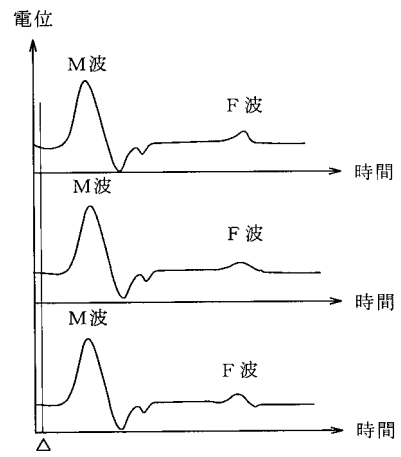
【0071】

10 : 波形検査プログラム、11 : コンピュータ、12 : 本体部、13 : 入力部、14 : 出力部、15 : 誘発電位計測装置、16 : 波形検出手段、17 : 波形類似判定手段、18 : 計測ポイント、19 : 潜時ポイント

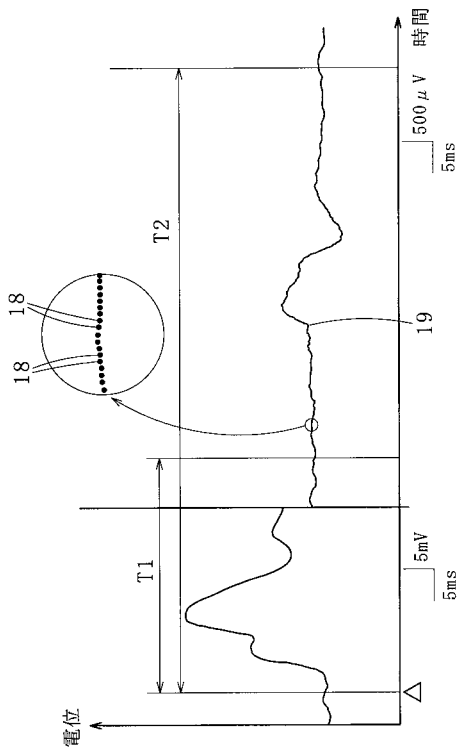
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2015/072785
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B5/0488(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B5/0488 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-139863 A (NEC Corp.), 23 May 2000 (23.05.2000), abstract; fig. 1 (Family: none)	1-15
A	Naoki WATANABE et al., "Kinden F-ha Senji Jido Suitei Shuho no Teian", Dai 18 Kai Aimai na Kimochi ni Idomu Workshop Koen Ronbunshu, Japan Society for Fuzzy Theory and Intelligent Informatics Hyoka Mondai Kenkyubukai, 25 October 2013 (25.10.2013), pages 43 to 44	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 October 2015 (21.10.15)		Date of mailing of the international search report 02 November 2015 (02.11.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2015/072785									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B5/0488(2006,01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B5/0488											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2015年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2015年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2015年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2015年	日本国実用新案登録公報	1996-2015年	日本国登録実用新案公報	1994-2015年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2015年										
日本国実用新案登録公報	1996-2015年										
日本国登録実用新案公報	1994-2015年										
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用了用語) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	JP 2000-139863 A (日本電気株式会社) 2000.05.23, 要約, 図1 (ファミリーなし)	1-15									
A	渡邊直樹 外4名, 筋電F波潜時自動推定手法の提案, 第18回曖昧な気持ちに挑むワークショップ講演論文集, 日本知能情報フレンジイ学会評価問題研究部会, 2013.10.25, p.43-44	1-15									
C欄の続きにも文献が列挙されている。		パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 21.10.2015		国際調査報告の発送日 02.11.2015									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 門田 宏	2Q 9224								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3292									

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 本田 あおい

福岡県飯塚市大字川津 6 8 0 - 4 九州工業大学情報工学部内

(72)発明者 渡邊 直樹

福岡県飯塚市大字川津 6 8 0 - 4 九州工業大学情報工学部内

(72)発明者 福田 亮治

大分県大分市大字旦野原 7 0 0 番地 国立大学法人大分大学工学部内

Fターム(参考) 4C027 AA04 DD01 DD02 DD03 GG01 GG07 GG10 KK03

4C127 AA04 DD01 DD02 DD03 GG01 GG07 GG10 KK03

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。