

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5760351号
(P5760351)

(45) 発行日 平成27年8月12日 (2015. 8. 12)

(24) 登録日 平成27年6月19日 (2015. 6. 19)

(51) Int. Cl.		F I			
A 6 1 B	5/11	(2006. 01)	A 6 1 B	5/10	3 1 0 A
A 6 1 B	5/0245	(2006. 01)	A 6 1 B	5/02	3 2 0 A

請求項の数 12 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2010-200721 (P2010-200721)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成22年9月8日 (2010. 9. 8)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-55464 (P2012-55464A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成24年3月22日 (2012. 3. 22)	(74) 代理人	110000752
審査請求日	平成25年7月12日 (2013. 7. 12)		特許業務法人朝日特許事務所
		(72) 発明者	竹内 順
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	石井 統丈
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	長谷川 純子
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 睡眠評価装置、睡眠評価システムおよびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

単位時間あたりに検知手段により検知された生体の心拍の回数である心拍数を計測する計測手段と、

前記生体が仰向けの姿勢であるか、うつ伏せの姿勢であるか、仰向けでもうつ伏せでもない姿勢であることを示す姿勢情報を取得する加速度センサーと、

前記姿勢情報と前記心拍数とに基づき前記生体が入眠したか否かを判別する判別手段と、

前記判別手段により前記生体が入眠したと判別された場合に、当該判別の時点からの経過時間に対する前記心拍数の変化から前記生体の睡眠の質を判定する判定手段と、

を具備することを特徴とする睡眠評価装置。

【請求項 2】

前記加速度センサーは前記生体の体動量情報をさらに取得し、

前記判別手段は、前記姿勢情報が示す前記生体の姿勢が予め決められた条件を満たし、且つ、前記生体の体動量情報に示される体動量が閾値未満になったとき、前記生体が入眠したと判別する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の睡眠評価装置。

【請求項 3】

前記判別手段は、前記姿勢情報が示す前記生体の姿勢が予め決められた条件を満たし、且つ、前記計測手段により計測された心拍数が閾値未満になったとき、前記生体が入眠し

たと判別する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の睡眠評価装置。

【請求項 4】

単位時間あたりに検知手段により検知された生体の心拍の回数である心拍数を計測する計測手段と、

前記生体の姿勢情報を取得する加速度センサーと、

前記姿勢情報と前記心拍数とに基づき前記生体が入眠したか否かを判別する判別手段と

、前記計測手段により計測された心拍数の移動平均を算出する算出手段と、

前記判別手段により前記生体が入眠したと判別された場合に、前記算出手段により算出された心拍数の移動平均の変化から前記生体の睡眠の質を判定する判定手段と、

を具備することを特徴とする睡眠評価装置。

10

【請求項 5】

前記判定手段は、睡眠の質と当該睡眠をしている生体の心拍数の変化パターンとを対応付けて記録した対応表を取得し、取得した当該対応表に記録された前記変化パターンと前記計測手段により計測された心拍数の変化パターンとを比較して前記生体の睡眠の質を判定する

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の睡眠評価装置。

【請求項 6】

前記判別手段は、

予め決められた時間に亘って前記姿勢情報が示す前記生体の姿勢が仰向けまたはうつ伏せ状態であり、且つ、前記計測手段により計測された心拍数が閾値未満になったとき、前記生体が入眠したと判別する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の睡眠評価装置。

20

【請求項 7】

前記判別手段は、

前記姿勢情報が示す前記生体の姿勢が仰向けまたはうつ伏せ状態でない状態であり、且つ、前記計測手段により計測された心拍数が閾値未満になったとき、前記生体が入眠していないと判別する

ことを特徴とする請求項 2 または 6 に記載の睡眠評価装置。

30

【請求項 8】

前記仰向けの姿勢とは、前記生体が重力方向における上に向かって ± 10 度の範囲内に胴体に向けている姿勢であり、

前記うつ伏せの姿勢とは、前記生体が重力方向における下に向かって ± 10 度の範囲内に胴体に向けている姿勢である

ことを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の睡眠評価装置。

【請求項 9】

前記判定手段は、前記心拍数の増減の周期に基づいて前記生体の睡眠の質を判定する

ことを特徴とする請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項に記載の睡眠評価装置。

【請求項 10】

前記判定手段は、

前記心拍数の変化の速度が第 1 閾値以上である場合に前記生体の睡眠の状態が第 1 状態に移行していると判定し、

前記心拍数の変化の速度が第 2 閾値以上であって第 1 閾値未満である場合に前記生体の睡眠の状態が維持されていると判定し、

前記心拍数の変化の速度が第 2 閾値未満である場合に前記生体の睡眠の状態が第 2 状態に移行していると判定し、

前記生体の睡眠の状態が移行する回数である移行回数、および各状態が維持される時間に基づいて、前記生体の睡眠の質を判定する

ことを特徴とする請求項 1 から 9 までのいずれか 1 項に記載の睡眠評価装置。

40

50

【請求項 1 1】

生体の心拍を検知する検知手段と、
請求項 1 から 1 0 までのいずれか 1 項に記載の睡眠評価装置と
を具備することを特徴とする睡眠評価システム。

【請求項 1 2】

生体が仰向けの姿勢であるか、うつ伏せの姿勢であるか、仰向けでもうつ伏せでもない姿勢であるかを示す姿勢情報を検知する加速度センサーから送信された当該姿勢情報を取得するコンピューターを、

単位時間あたりに検知手段により検知された生体の心拍の回数である心拍数を計測する計測手段と、

前記姿勢情報と前記心拍数とに基づき前記生体が入眠したか否かを判別する判別手段と

、
前記判別手段により前記生体が入眠したと判別された場合に、当該判別の時点からの経過時間に対する前記心拍数の変化から前記生体の睡眠の質を判定する判定手段

として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、睡眠の質を評価する睡眠評価装置、睡眠評価システムおよびプログラムに関する。

【背景技術】**【0002】**

健康の指標の一つとして睡眠の質が挙げられる。一般に睡眠はいわゆるノンレム睡眠とレム睡眠に分類される。レム睡眠とは、睡眠中に激しく眼球が動いている状態である。哺乳類などの発達した大脳皮質を有する高等動物の眠りには、レム睡眠とノンレム睡眠とが一定のパターンで繰り返されることが知られている。何らかの睡眠障害が発生していると、上述したパターンに乱れが生ずる。したがって、レム睡眠とノンレム睡眠といった睡眠状態の出現パターンを監視して、健康な個体のパターンと比較することで、睡眠の質を評価・診断することができる。

【0003】

睡眠状態は脳波によって示されるが、脳波を測定するためには、生体電気信号を取得するための生体電極をユーザーに取り付ける必要がある。そのため、一般に日常生活において手軽に脳波を測定することは困難である。そこで、脳波に代えて脈波や脈拍間隔から睡眠の状態を推定する技術が開発されている。特許文献 1 には、脈拍間隔を測定して自律神経指標を計測する方法が開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2 0 0 8 - 2 3 7 5 7 4 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

特許文献 1 において、測定対象は脈拍間隔であるため、従来の自律神経解析において蓄積されていた脈波の生データと比較すると蓄積に必要なメモリー容量は少ない。しかしながら、測定した脈拍間隔を評価する際に、比較的高度な解析処理を行うため、高いデータ処理能力が要求される。そのため、特許文献 1 に記載の技術では、装置の小型化が困難であり、電池による電力供給が長時間の使用に耐えられないという問題があった。

【0006】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、その目的は、脈波や脈拍間隔を用いる場合に比べて簡易な方法で、睡眠の質を評価することを可能にすることにある。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した課題を解決するため、本発明に係る睡眠評価装置は、単位時間あたりに検知手段により検知された生体の心拍の回数である心拍数を計測する計測手段と、前記生体が仰向けの姿勢であるか、うつ伏せの姿勢であるか、仰向けでもうつ伏せでもない姿勢であることを示す姿勢情報を取得する加速度センサーと、前記姿勢情報と前記心拍数とに基づき前記生体が入眠したか否かを判別する判別手段と、前記判別手段により前記生体が入眠したと判別された場合に、当該判別の時点からの経過時間に対する前記心拍数の変化から前記生体の睡眠の質を判定する判定手段と、を具備することを特徴とする。

これにより、脈波や脈拍間隔を用いる場合に比べて簡易な方法で、睡眠の質を評価することができる。

10

【0008】

好ましくは、前記加速度センサーは前記生体の体動量情報をさらに取得し、前記判別手段は、前記姿勢情報が示す前記生体の姿勢が予め決められた条件を満たし、且つ、前記生体の体動量情報に示される体動量が閾値未満になったとき、前記生体が入眠したと判別するとよい。

これにより、生体の体動量の変化を用いずにその生体が入眠したか否かの判別を行う場合に比較して、その判別を正確に行うことができる。

【0009】

また、好ましくは、前記判別手段は、前記姿勢情報が示す前記生体の姿勢が予め決められた条件を満たし、且つ、前記計測手段により計測された心拍数が閾値未満になったとき、前記生体が入眠したと判別するとよい。

20

これにより、生体の心拍数の変化を用いずにその生体が入眠したか否かの判別を行う場合に比較して、その判別を正確に行うことができる。

【0010】

また、本発明に係る睡眠評価装置は、単位時間あたりに検知手段により検知された生体の心拍の回数である心拍数を計測する計測手段と、前記生体の姿勢情報を取得する加速度センサーと、前記姿勢情報と前記心拍数とに基づき前記生体が入眠したか否かを判別する判別手段と、前記計測手段により計測された心拍数の移動平均を算出する算出手段と、前記判別手段により前記生体が入眠したと判別された場合に、前記算出手段により算出された心拍数の移動平均の変化から前記生体の睡眠の質を判定する判定手段と、を具備することを特徴とする。

30

これにより、心拍数の突発的な変化の影響を抑制することができる。

【0011】

また、好ましくは、前記判定手段は、睡眠の質と当該睡眠をしている生体の心拍数の変化パターンとを対応付けて記録した対応表を取得し、取得した当該対応表に記録された前記変化パターンと前記計測手段により計測された心拍数の変化パターンとを比較して前記生体の睡眠の質を判定するとよい。

これにより、対応表を用いない場合に比べて正確に睡眠の質を判定することができる。

【0012】

40

好ましくは、前記判別手段は、予め決められた時間に亘って前記姿勢情報が示す前記生体の姿勢が仰向けまたはうつ伏せ状態であり、且つ、前記計測手段により計測された心拍数が閾値未満になったとき、前記生体が入眠したと判別するとよい。

好ましくは、前記判別手段は、前記姿勢情報が示す前記生体の姿勢が仰向けまたはうつ伏せ状態でない状態であり、且つ、前記計測手段により計測された心拍数が閾値未満になったとき、前記生体が入眠していないと判別するとよい。

好ましくは、前記仰向けの姿勢とは、前記生体が重力方向における上に向かって±10度の範囲内に胴体を向けている姿勢であり、前記うつ伏せの姿勢とは、前記生体が重力方向における下に向かって±10度の範囲内に胴体を向けている姿勢であるとよい。

好ましくは、前記判定手段は、前記心拍数の増減の周期に基づいて前記生体の睡眠の質

50

を判定するとよい。

好ましくは、前記判定手段は、前記心拍数の変化の速度が第1閾値以上である場合に前記生体の睡眠の状態が第1状態に移行していると判定し、前記心拍数の変化の速度が第2閾値以上であって第1閾値未満である場合に前記生体の睡眠の状態が維持されていると判定し、前記心拍数の変化の速度が第2閾値未満である場合に前記生体の睡眠の状態が第2状態に移行していると判定し、前記生体の睡眠の状態が移行する回数である移行回数、および各状態が維持される時間に基づいて、前記生体の睡眠の質を判定するとよい。

また、本発明に係る睡眠評価システムは、生体の心拍数を検知する検知手段と、上述の睡眠評価装置とを具備することを特徴とする。

これにより、脈波や脈拍間隔を用いる場合に比べて簡易な方法で、睡眠の質を評価することができる。

【0013】

また、本発明に係るプログラムは、生体が仰向けの姿勢であるか、うつ伏せの姿勢であるか、仰向けでもうつ伏せでもない姿勢であるかを示す姿勢情報を検知する加速度センサーから送信された当該姿勢情報を取得するコンピューターを、単位時間あたりに検知手段により検知された生体の心拍の回数である心拍数を計測する計測手段と、前記姿勢情報と前記心拍数とに基づき前記生体が入眠したか否かを判別する判別手段と、前記判別手段により前記生体が入眠したと判別された場合に、当該判別の時点からの経過時間に対する前記心拍数の変化から前記生体の睡眠の質を判定する判定手段として機能させるためのプログラムである。

このプログラムにより、脈波や脈拍間隔を用いる場合に比べて簡易な方法で、睡眠の質を評価することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施形態に係る睡眠評価システムの概略を示す図である。

【図2】睡眠評価装置の機能的構成を示す図である。

【図3】睡眠状態表の一例を示す図である。

【図4】質の高い睡眠時の評価動作例を示すグラフである。

【図5】質の低い睡眠時の評価動作例を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

1. 構成

1-1. 睡眠評価システムの全体構成

図1は、本発明の実施形態に係る睡眠評価システム9の概略を示す図である。睡眠評価システム9は、睡眠評価装置1と加速度センサー2および光電センサー3とを具備するシステムである。睡眠評価システム9は、生体の脈拍数に基づいてその生体の睡眠の質を評価するシステムである。ここで、生体とは、脈拍又は心拍を計測することができる生き物の体であり、睡眠の質の評価対象となるものである。ヒトの体(人体)は生体の一例である。以下では、ヒトであるユーザーの体を評価対象の例として説明する。

【0016】

また、睡眠の質とは、その睡眠によって脳や体がどれほど休むことができ、疲労回復につながっているかを示す指標である。健康な生体であるほど、その睡眠の質は高い。睡眠の質は、レム睡眠とノンレム睡眠の出現パターンやそれぞれの継続時間などのパラメーターによって判定される。

【0017】

加速度センサー2および光電センサー3は、ともに睡眠評価装置1と接続し、それぞれ検知した内容を睡眠評価装置1に向けて送信する。

加速度センサー2は、静電容量型や piezo 抵抗型等のセンサーであり、3軸方向の加速度を測定することで、センサーの移動方向やセンサー取り付け部分の向きを検知する。加速度センサー2は、例えばバンドによって人体の部分である腰や胸等の胴体部分に取り付

10

20

30

40

50

けられ、その部分の動きに応じて動く。したがって、加速度センサー 2 から出力される情報によって、この加速度センサー 2 を取り付けたユーザーが仰向けであるかうつ伏せであるかといった姿勢に関する情報を取得可能であるとともに、ユーザーがどれだけ体を動かしているかを示す体動量に関する情報を取得可能である。

【 0 0 1 8 】

光電センサー 3 は、生体の脈拍を検知するセンサーである。つまり、光電センサー 3 は、生体の心拍を検知する検知手段の一例である。具体的には、光電センサー 3 は、発光ダイオードとフォトダイオードとコンバーターとを備える。血中ヘモグロビンは、ある波長帯の光に強い吸収スペクトルを持っており、光電センサー 3 の発光ダイオードは、人体の血管に向けてこの波長帯の光を照射する。したがって、発光ダイオードから照射された光の透過光や反射光は、血管の容量変動に伴い変化する血中ヘモグロビン量に応じて変化する。光電センサー 3 のフォトダイオードは、光を電気信号に変換する受光素子である。フォトダイオードは、上述した透過光や反射光を受光し、受光した光の光量に対応して変化するアナログ信号を出力する。コンバーターは、この光量を示すアナログ信号をデジタル信号に変換する。光電センサー 3 は、例えば、ユーザーの指などに取り付けられる。

【 0 0 1 9 】

1 - 2 . 睡眠評価装置の構成

制御部 1 1 は、図示しない電源から電力の供給を受けて駆動する。制御部 1 1 は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、タイマー等を備える制御手段であり、ROM や記憶部 1 2 に記憶されているコンピュータプログラム (以下、プログラムという) を RAM に読み出して実行することにより睡眠評価装置 1 の各部を制御する。RAM は、制御部 1 1 の CPU がプログラムを実行する際のワークエリアとして利用される。タイマーは、水晶振動子を有する発振回路を備えており、その発振回路から出力される発振信号に基づいて時間を計測し、現在時刻を算出する。制御部 1 1 は、プログラムを実行することにより、後述する検出部 1 1 1、判別部 1 1 2、計測部 1 1 3、前処理部 1 1 4 および判定部 1 1 5 として機能する。

【 0 0 2 0 】

通信部 1 5 は、加速度センサー 2 および光電センサー 3 との間で有線通信または無線通信により情報を遣り取りする通信インターフェイスである。

記憶部 1 2 は EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) やハードディスクドライブ等の大容量の記憶手段であり、制御部 1 1 に読み込まれるプログラムを記憶する。記憶部 1 2 は、予め脳波を測定することで特定された睡眠の状態と、その状態におけるユーザーの脈拍数の変化速度との関係を記述した睡眠状態表 1 2 1 を記憶する。

操作部 1 3 は各種の指示を入力するための操作ボタンなどを備えており、ユーザーによる操作を受け付けてその操作内容に応じた信号を制御部 1 1 に供給する。

表示部 1 4 は、例えば、液晶ディスプレイなどの表示体を備えており、制御部 1 1 からの指示に応じて、睡眠の評価結果などを表示する。

【 0 0 2 1 】

1 - 3 . 睡眠評価装置の機能的構成

図 2 は、睡眠評価装置 1 の機能的構成を示す図である。検出部 1 1 1 は、加速度センサー 2 から送信された「姿勢」および「体動量」に関する各情報を取得すると、これらを解釈して姿勢の角度や体動量を検出する。例えば、検出部 1 1 1 は、加速度センサー 2 を取り付けたユーザーが重力方向における上に向かって ± 10 度の範囲内に胴体に向けていることを検出し、ユーザーが仰向けの姿勢をしていることを特定する。また、検出部 1 1 1 は、ユーザーの 1 分あたりの体動量が 5 cm (センチメートル) であることなどを特定する。検出部 1 1 1 が検出した姿勢の角度および体動量は判別部 1 1 2 に伝えられる。

【 0 0 2 2 】

なお、仰向けの姿勢とは、ユーザーが重力方向における上に向かって ± 10 度の範囲内に胴体に向けていることであり、うつ伏せの姿勢とは、ユーザーが重力方向における下に

10

20

30

40

50

向かって±10度の範囲内に胴体に向けていることである。例えば、上方向から+10度をを超えて+80度未満の範囲に胴体に向けているのであれば、そのユーザーは仰向けでもうつ伏せでもない状態である。

【0023】

計測部113は、ユーザーの指などに取り付けられた光電センサー3から送信されたデジタル信号に基づいて、そのユーザーの脈拍数を計測する。脈拍数とは、評価対象であるユーザーの脈が1分間あたりに刻む脈拍の回数である。脈拍は心拍と同期して変動するので、脈拍数は心拍数の代用として計測することができる。すなわち、計測部113は、検知手段により検知された生体の心拍の回数である心拍数を計測する計測手段として機能する。具体的には、計測部113は、上記のデジタル信号が示す光量の微分値が或る閾値を超えたときに脈拍を1回計測する。そして、計測部113は、15秒間に計測された脈拍の回数を4倍(4=60秒/15秒)し、1分当たりの脈拍数として出力する。計測部113が計測したユーザーの脈拍数は、判別部112および前処理部114に伝えられる。なお、光電センサー3および計測部113は、ユーザーの脈拍数を計測する脈拍計測ユニットU2を構成する。

10

【0024】

判別部112は、例えば、以下のようなルールを適用して評価対象であるユーザーが入眠したか否かを判別する。

【0025】

ルール1：予め決められた時間に亘ってユーザーの姿勢が仰向けまたはうつ伏せ状態であり、体動量が閾値未満、且つ、脈拍数が閾値未満である場合には、ユーザーは睡眠中である。

20

ルール2：ユーザーの姿勢が仰向けまたはうつ伏せではない状態で、体動量が閾値未満、且つ、脈拍数が閾値未満である場合には、ユーザーはうたた寝の状態である。

【0026】

そして、入眠したと判別した場合に、制御部11は、その時点からの経過時間に対応付けて計測された脈拍数を記憶する。

すなわち、判別部112は、生体が入眠したか否かを判別する判別手段として機能する。また、判別部112は、生体の体動量を検出する検出手段により検出された体動量が閾値未満になったとき、前記生体が入眠したと判別する判別手段として機能する。また、判別部112は、計測手段により計測された心拍数が閾値未満になったとき、前記生体が入眠したと判別する判別手段として機能する。

30

なお、加速度センサー2、検出部111および判別部112は、ユーザーが入眠したか否かを判別する入眠判別ユニットU1を構成する。

【0027】

前処理部114は、判別部112によりユーザーが入眠したと判別された場合に、計測部113から伝えられたユーザーの脈拍数に基づいて前処理に相当する演算を行う。前処理部114は、前処理として、例えば、伝えられた脈拍数の移動平均を算出する。ここで、或る時刻における数値の移動平均を算出するとは、その時刻までの直近の或る一定期間における各数値の平均を算出することである。つまり、前処理部114は、計測手段により計測された心拍数の移動平均を算出する算出手段として機能する。

40

【0028】

具体的には、前処理部114は、上述した15秒置きに測定された脈拍数を20回分集計し、相加平均をとって移動平均として出力する。すなわち、直近の5分間に亘る脈拍数の平均が得られる。これにより、15秒置きに測定された脈拍数ではサンプリング誤差や丸め誤差などの理由によって生じていた突発的な変動が平均化される。前処理部114で算出された脈拍数の移動平均は、判定部115に伝えられる。

【0029】

判定部115は、前処理部114から伝えられた移動平均のうち、少なくとも連続する2つをRAMに記憶して、これらの差から脈拍数の変化速度を算出する。例えば、脈拍数

50

の或る時刻における移動平均とその或る時刻から一定期間経過した後の移動平均との差を、その一定期間で除算すれば、その一定期間における脈拍数の変化速度が得られる。この一定期間を例えば、脈拍数の測定間隔である15秒のようになると短くすれば、この変化速度は、脈拍数の時間関数における微分の近似として用いることができる。

【0030】

判定部115は、記憶部12に記憶された睡眠状態表121に記述された脈拍数の変化速度を参照し、算出した変化速度に対応する睡眠状態を特定する。特定された睡眠状態は、記憶部12に予め記憶されたルールにしたがって、その出現回数や間隔などが評価され、これらを総合して睡眠の質が判定される。睡眠の質についての判定結果(評価)は、記憶部12に記憶されるとともに、表示部14に表示される。すなわち、判定部115は、判別手段により生体が入眠したと判別された場合に、算出手段により算出された心拍数の移動平均の変化からその生体の睡眠の質を判定する判定手段として機能する。また、判定部115は、睡眠の質と当該睡眠をしている生体の心拍数の変化パターンとを対応付けて記録した対応表を取得し、取得した当該対応表に記録された前記変化パターンと計測手段により計測された心拍数の変化パターンとを比較して前記生体の睡眠の質を判定する判定手段として機能する。

10

なお、前処理部114および判定部115は、ユーザーの睡眠の質を評価する睡眠評価ユニットU3を構成する。

【0031】

1-4. 睡眠状態表の構成

記憶部12に記憶される睡眠状態表121について説明する。

図3は、睡眠状態表121の一例を示す図である。睡眠状態表121は、脈拍数の変化速度のフィールドと睡眠状態のフィールドが対応づけられている。この脈拍数の変化速度とは、時間経過に伴って脈拍数が変化する速度を示した数値であり、脈拍数が変化するパターンを表した数値の一例である。つまり、睡眠状態表121は、睡眠の質と当該睡眠をしている生体の心拍数の変化パターンとを対応付けて記録した対応表の一例である。

20

【0032】

例えば、同図に示した睡眠状態表121によれば、脈拍数の変化速度が1.2回/分以上である場合には、ユーザーの睡眠状態は「レム睡眠移行」である。すなわち、脈拍数の変化速度が1分あたり1.2回以上増加しているときには、ユーザーはレム睡眠に移行していることを示している。一方、脈拍数の変化速度が-0.1回/分以上であって、1.2回/分未満であるときには、ユーザーの睡眠状態は「状態継続」であるから、それまでの睡眠状態が継続されていることを示している。そして、脈拍数の変化速度が-0.1回/分未満になると、ユーザーの脈拍数は低下していくので、睡眠状態は「ノンレム睡眠移行」となる。つまり、ユーザーはノンレム睡眠に移行する。

30

【0033】

2. 動作例

2-1. 質の高い睡眠時の評価動作例

図4は、質の高い睡眠時の評価動作例を示すグラフである。このグラフの横軸は、ユーザーが入眠してからの経過時間である「睡眠時間」を分単位で表したものである。このグラフの縦軸は、計測部113で計測されたユーザーの脈拍数を表したものである。同図において4つの矢線は「レム睡眠移行」の睡眠状態が出現した時点を表している。この場合、ユーザーは、睡眠時間400分の間にレム睡眠に4回移行しており、かつ、その間隔が徐々に短くなっていることや、1回のレム睡眠およびノンレム睡眠の時間が例えば60分以上あることなどから、質の高い睡眠が得られていることが評価される。この評価のルールは記憶部12や制御部11のROMなどに予め設定されている。

40

【0034】

2-2. 質の低い睡眠時の評価動作例

一方、図5は、質の低い睡眠時の評価動作例を示すグラフである。図5の縦軸および横軸は、図4のそれらと同じであるため、説明を省略する。同図において7つの矢線は「レ

50

ム睡眠移行」の睡眠状態が出現した時点を表している。この場合、ユーザーは、睡眠時間400分の間にレム睡眠に7回移行していることとなり、これらの間隔は短く、かつ、徐々に短くなるというような規則性もない。したがって、図5における睡眠は、図4における睡眠に比較して質が低いものであることがわかる。

【0035】

また、図示しないが、例えば、レム睡眠への移行回数やレム睡眠状態の合計時間が図4におけるそれらと同じであったとしても、レム睡眠移行の睡眠状態の出現間隔が、図4におけるそれとは逆に、徐々に長くなるといった場合には、上述した評価のルールにおいて質の低い睡眠と評価されるようになっている。

【0036】

以上、説明したように、睡眠評価システム9によれば、深い睡眠状態（ノンレム睡眠）と浅い睡眠状態（レム睡眠）とが、脈拍数の増減の周期に基づいて判定することができ、このサイクルが正しく繰り返されているか、各睡眠状態が継続する時間はそれぞれ十分かなどを、それぞれに定められた閾値と比較することで、睡眠の質を評価することが可能である。

【0037】

脈拍間隔を測定して自律神経指標を取得する場合には、一連の脈波間隔データを周波数スペクトル分布に変換し、周波数スペクトル分布に変換した一連の脈波間隔データから求めた低周波数領域と高周波数領域におけるパワースペクトルの値を求める必要があった。そのため、単純に1分あたりの脈拍の回数を計測する場合に比べ、蓄積するデータ量は多く、また、計算も複雑であった。上述したように、睡眠評価システム9によれば、脈拍間隔を測定する必要はなく、より簡易な脈拍数を計測するだけで、睡眠の質を評価することが可能である。

【0038】

3. 変形例

以上が実施形態の説明であるが、この実施形態の内容は以下のように変形し得る。また、以下の変形例を組み合わせてもよい。

【0039】

(1) 上述の実施形態において、睡眠評価装置1の制御部11により実現する前処理部114は、脈拍数の移動平均を算出し、判定部115は、前処理部114から伝えられた移動平均に基づいて、脈拍数の変化速度を得てこれに対応する睡眠状態を特定していたが、判定部115は、脈拍数の移動平均ではなく、計測された脈拍数そのものの変化速度を求め、これに対応する睡眠状態を特定してもよい。移動平均を算出するのは、サンプリング誤差や丸め誤差などによる突発的な変動を除外するためであり、脈拍が安定している場合には、移動平均を算出する必要がない場合もあるからである。要するに、判定部115は、判別手段により生体が入眠したと判別された場合に、その判別の時点からの経過時間に対応付けて計測手段により計測された心拍数を記憶し、経過時間に対する心拍数の変化から前記生体の睡眠の質を判定する判定手段として機能すればよい。

【0040】

ところで、この場合、上述のように計測部113が15秒間に計測された脈拍の回数を4倍し、1分当たりの脈拍数として出力すると、1回の計測で得られる脈拍数の精度は整数の精度となるので、十分な精度が得られない場合がある。したがって、計測部113は、例えば脈拍の度に、前回の脈拍との時間間隔を算出し、脈拍数を演算してもよい。具体的には、計測部113は、血管の容量が増大しはじめるタイミングを1回の拍動として特定する。そして、その拍動が検知された時刻である基準時刻0秒から0.912秒後に次の拍動が検知されたとすると、計測部113は、0.912秒の時点での脈拍数を65.79(=60/0.912)として計測する。また、0.912秒後の時点から0.895秒後、つまり、基準時刻から1.807秒後に、次の拍動が検知されたとすると、計測部113は、1.807秒の時点での脈拍数を67.04(=60/0.895)として計測する。このように、1回の脈拍間隔を用いることにより、脈拍数の計測精度を上げる

10

20

30

40

50

ことができる。

【 0 0 4 1 】

なお、この場合であっても、蓄積したデータを周波数スペクトル分布に変換するといった処理を行わないので、睡眠評価システム 9 は、脈拍間隔測定に比較して、簡易な構成となる。また、1 回の拍動が検知される度に、脈拍数を計測するのではなく、複数回の拍動が検知されたときに、その間の時間から脈拍数を計測してもよい。また、判定部 1 1 5 は、これにより計測された脈拍数について移動平均を算出し、その移動平均の変化から睡眠の質を判定してもよい。

【 0 0 4 2 】

(2) 上述の実施形態において、判別部 1 1 2 は、体動量が閾値未満であり、且つ、脈拍数が閾値未満である場合に、ユーザーが入眠したと判別していたが、体動量または脈拍数のいずれか一方がそれぞれに対応付けられた閾値未満であるときに、ユーザーが入眠したと判別するようにしてもよい。また、睡眠評価装置 1 の操作部 1 3 によって、ユーザーが所定の操作をした場合に、判別部 1 1 2 は、ユーザーが入眠したと判別するようにしてもよい。要するに、判別部 1 1 2 は、生体が入眠したか否かを判別する判別手段として機能すればよい。

【 0 0 4 3 】

(3) 上述の実施形態において、睡眠状態表 1 2 1 は、脈拍数が変化するパターンを表した数値として、脈拍数の変化速度を記述していたが、脈拍数の変化パターンはその変化速度に限られない。例えば、脈拍数の変化加速度であってもよい。脈拍数の変化加速度とは、変化速度の変化速度であり、脈拍数の時間関数における二次微分に相当するものである。これにより、例えば、変化速度が正の値であったとしても、脈拍数がはじめに急激に上昇し、次第にその上昇の度合いが低減していくような場合には、二次微分に相当する変化加速度は負の値である。一方、同様に、変化速度が正の値であったとしても、脈拍が増加するにしたがってその増加の速度が上昇するような場合には、変化加速度は正の値である。このように、変化のパターンは速度のほか加速度や他の解析値で表されてもよい。

【 0 0 4 4 】

(4) 上述の実施形態において、記憶部 1 2 は、予め脳波を測定することで特定された睡眠の状態と、その状態におけるユーザーの脈拍数の変化速度との関係を記述した睡眠状態表 1 2 1 を記憶していた。これにより、脈拍数と脳波との関係に関する個人差の影響が抑制されたが、記憶部 1 2 は、評価対象であるユーザーのパラメータを記憶した睡眠状態表 1 2 1 ではなく、他のユーザーや、予めサンプリングされた集団などについて測定されたパラメータが記述された対応表を記憶してもよい。また、年齢・性別などの属性に応じて、その対応表が複数種類、用意されていてもよい。この場合、その副数種類の対応表から評価対象であるユーザーの属性に応じて、1 の対応表を選択すればよい。

【 0 0 4 5 】

(5) 上述の実施形態において、睡眠評価装置 1 の制御部 1 1 によって実行されるプログラムは、磁気テープや磁気ディスクなどの磁気記録媒体、光ディスクなどの光記録媒体、光磁気記録媒体、半導体メモリーなどの、コンピューター装置が読み取り可能な記録媒体に記憶された状態で提供し得る。また、このプログラムを、インターネットのようなネットワーク経由でダウンロードさせることも可能である。なお、上記の制御部 1 1 によって例示した制御手段としては CPU 以外にも種々の装置を適用することができ、例えば、専用のプロセッサなどを用いてもよい。

【 0 0 4 6 】

(6) 上述の実施形態において、計測部 1 1 3 は、心拍数の代用としてユーザーの脈拍数を計測していたが、直接、そのユーザーの心拍数を計測してもよい。心拍数は例えば、心臓の電気信号を検知する心電センサーを用いて計測される。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 7 】

1 ... 睡眠評価装置、 1 1 ... 制御部、 1 1 1 ... 検出部、 1 1 2 ... 判別部、 1 1 3 ... 計測部、

10

20

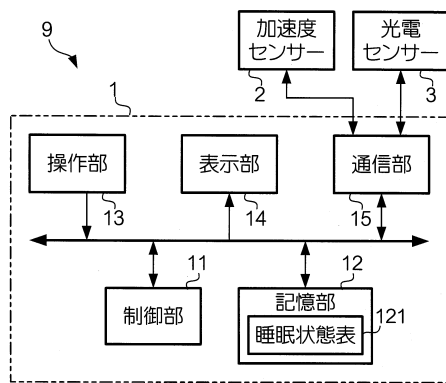
30

40

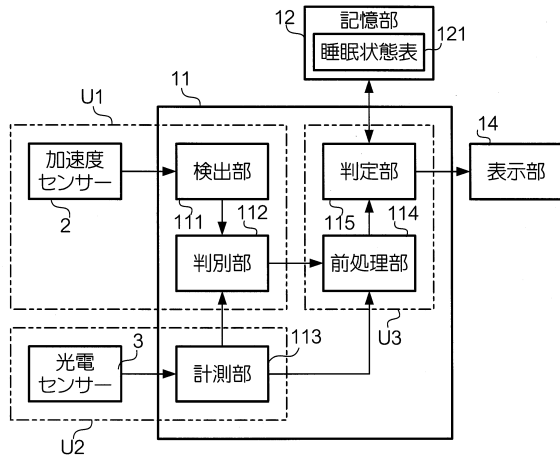
50

1 1 4 ... 前処理部、1 1 5 ... 判定部、1 2 ... 記憶部、1 2 1 ... 睡眠状態表、1 3 ... 操作部、1 4 ... 表示部、1 5 ... 通信部、2 ... 加速度センサー、3 ... 光電センサー、9 ... 睡眠評価システム、U 1 ... 入眠判別ユニット、U 2 ... 脈拍計測ユニット、U 3 ... 睡眠評価ユニット

【 図 1 】



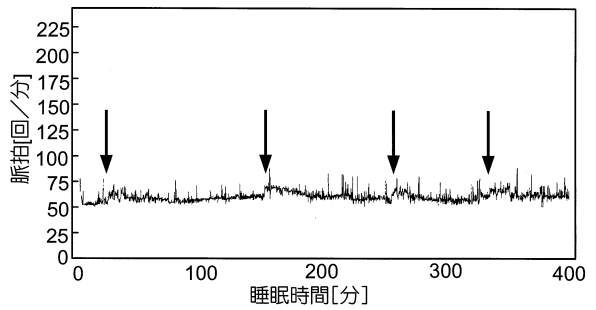
【 図 2 】



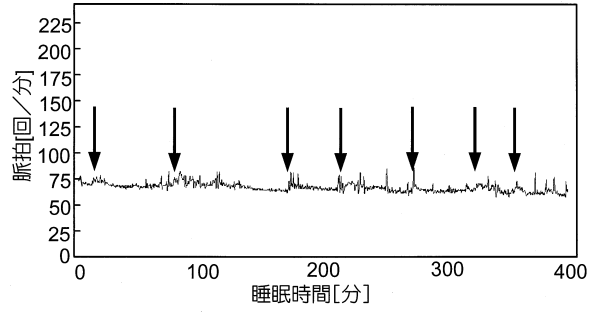
【 図 3 】

脈拍数の変化速度	睡眠状態
1.2回/分以上	レム睡眠移行
-0.1~1.2回/分	状態継続
-0.1回/分未満	ノンレム睡眠移行

【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 佐野 めぐみ
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 成澤 敦
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 渡辺 晋一郎
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 平野 貴一
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 門田 宏

- (56)参考文献 特開2001-258855(JP,A)
特開2005-095653(JP,A)
特開平04-109961(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B5/00 - 5/22