

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-187429

(P2016-187429A)

(43) 公開日 平成28年11月4日(2016.11.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B</b> 5/16 (2006.01)	A 6 1 B 5/16	4 C 0 1 7
<b>A 6 1 B</b> 5/0245 (2006.01)	A 6 1 B 5/02 3 2 O B	4 C 0 3 8
<b>A 6 1 B</b> 5/11 (2006.01)	A 6 1 B 5/10 3 1 O G	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2015-68600 (P2015-68600)	(71) 出願人	000005016
(22) 出願日	平成27年3月30日 (2015. 3. 30)		パイオニア株式会社
			東京都文京区本駒込二丁目28番8号
		(74) 代理人	100060690
			弁理士 瀧野 秀雄
		(74) 代理人	100070002
			弁理士 川崎 隆夫
		(74) 代理人	100134832
			弁理士 瀧野 文雄
		(74) 代理人	100165308
			弁理士 津田 俊明
		(74) 代理人	100110733
			弁理士 鳥野 正司

最終頁に続く

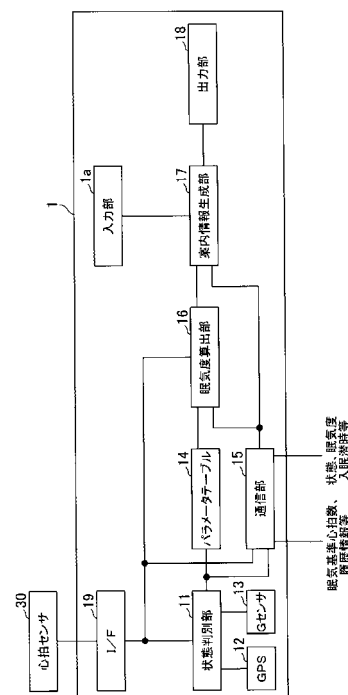
(54) 【発明の名称】 就寝案内装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】精度の良い入眠に関する時間等の就寝に関する案内情報を出力することができる就寝案内装置を提供する。

【解決手段】スマートフォン1において、I/F19が被検者の心拍数に関連する心拍数を取得し、状態判別部11が被検者の活動状態を取得し、通信部15が眠気基準心拍数テーブルから活動状態に応じて眠気基準心拍数を取得する。次に、眠気度算出部16が心拍数及び眠気基準心拍数に基づいて、被検者の現在の眠気度を算出する。次に、通信部15が被検者の過去の眠気度及び過去の入眠潜時を含む履歴情報を取得する。そして、案内情報生成部17で眠気度算出部16が算出した現在の眠気度及び取得した履歴情報に基づいて就寝案内情報を生成し、出力部18から出力する。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

被検者の生体情報を取得する生体情報取得部と、  
前記被検者の活動状態を取得する活動状態取得部と、  
前記被検者の眠気基準心拍数が前記活動状態毎に格納されている眠気基準心拍数格納部から前記活動状態に応じて前記眠気基準心拍数を取得する眠気基準心拍数取得部と、  
前記生体情報及び前記眠気基準心拍数に基づき、前記被検者の眠気に関する眠気情報を算出する眠気度算出部と、  
前記被検者の過去の眠気に関する過去眠気情報を含む履歴情報を取得する履歴取得部と、  
前記眠気情報及び前記履歴情報に基づき前記被検者の就寝に関する就寝案内情報を生成する生成部と、  
前記生成部が生成した前記就寝案内情報を出力する出力部と、  
を備えることを特徴とする就寝案内装置。

**【請求項 2】**

前記履歴情報には、前記被検者の過去の入眠潜時に関する入眠潜時情報が含まれることを特徴とする請求項 1 に記載の就寝案内装置。

**【請求項 3】**

前記入眠潜時の目標値が入力される入力部を更に備え、  
前記生成部は、前記目標値、前記眠気情報及び前記履歴情報に基づき前記就寝案内情報を生成する、  
ことを特徴とする請求項 2 に記載の就寝案内装置。

**【請求項 4】**

前記生成部は、前記履歴情報に含まれる前記過去眠気情報と前記入眠潜時情報との関係に基づき、現在の入眠潜時を算出し、前記就寝案内情報に含めることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の就寝案内装置。

**【請求項 5】**

前記履歴情報には、前記被検者の睡眠時間及び入眠潜時の開始における眠気情報が含まれていることを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか一項に記載の就寝案内装置。

**【請求項 6】**

前記履歴情報を収集して前記履歴情報格納部に出力する履歴収集部を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の就寝案内装置。

**【請求項 7】**

前記出力部は、前記就寝案内情報を表示する表示部、前記就寝案内情報を音により出力する音声報知部、前記就寝案内情報を振動により出力する振動報知部の少なくともいずれか 1 つを備えることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の就寝案内装置。

**【請求項 8】**

被検者の生体情報を取得する生体情報取得工程と、  
前記被検者の活動状態を取得する活動状態取得工程と、  
前記被検者の眠気基準心拍数が前記活動状態毎に格納されている眠気基準心拍数格納部から前記活動状態に応じて前記眠気基準心拍数を取得する眠気基準心拍数取得工程と、  
前記生体情報及び前記眠気基準心拍数に基づき、前記被検者の眠気に関する眠気情報を算出する眠気度算出工程と、  
前記被検者の過去の眠気に関する過去眠気情報を含む履歴情報を取得する履歴取得工程と、  
前記眠気情報及び前記履歴情報に基づき前記被検者の就寝に関する就寝案内情報を生成する生成工程と、  
前記生成工程で生成した前記就寝案内情報を出力する出力工程と、  
を含むことを特徴とする就寝案内方法。

**【請求項 9】**

請求項 8 に記載の就寝案内方法を、コンピュータにより実行させることを特徴とする就寝案内プログラム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の就寝案内プログラムを格納したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検者の就寝に関する案内情報を出力する就寝案内装置に関する。

【背景技術】

10

【0002】

従来、利用者等の過去の睡眠時間等から入眠時刻や起床時刻を算出して快適に入眠、起床することができる装置等が提案されている（例えば、特許文献 1 を参照）。

【0003】

特許文献 1 に記載されている睡眠状態判定装置は、皮膚温、体温、脈拍、心拍、血圧、呼吸、発汗及び体動を含む生体情報から REM、NON-REM 等の睡眠状態を推定する。そして、利用者が起床時に入力する睡眠の快適さ等の自覚症状と、蓄積されている過去の睡眠状態の遷移及び過去の入眠及び起床時刻と、を用いて、睡眠状態が遷移する確率である状態遷移確率を更新して、入眠時刻、起床時刻を算出する。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2004 - 254827 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 に記載の方法の場合、起床時に自覚症状を入力させるが、この自覚症状は主観によるものであることからバラつきが想定され、また詳細性も欠ける。そのため、算出誤差が大きくなる可能性がある。

【0006】

30

また、不眠症や入眠困難といった症状の人に対しては、入眠に最適な時刻やタイミング等を案内することが望まれる。

【0007】

そこで、本発明は、上述した問題に鑑み、例えば、精度の良い入眠に関する時間等の就寝に関する案内情報を出力することができる就寝案内装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、請求項 1 に記載の発明は、被検者の生体情報を取得する生体情報取得部と、前記被検者の活動状態を取得する活動状態取得部と、前記被検者の眠気基準心拍数が前記活動状態毎に格納されている眠気基準心拍数格納部から前記活動状態に応じて前記眠気基準心拍数を取得する眠気基準心拍数取得部と、前記生体情報及び前記眠気基準心拍数に基づき、前記被検者の眠気に関する眠気情報を算出する眠気度算出部と、前記被検者の過去の眠気に関する過去眠気情報を含む履歴情報を取得する履歴取得部と、前記眠気情報及び前記履歴情報に基づき前記被検者の就寝に関する就寝案内情報を生成する生成部と、前記生成部が生成した前記就寝案内情報を出力する出力部と、を備えることを特徴とする就寝案内装置である。

40

【0009】

また、請求項 8 に記載の発明は、被検者の生体情報を取得する生体情報取得工程と、前記被検者の活動状態を取得する活動状態取得工程と、前記被検者の眠気基準心拍数が前記活動状態毎に格納されている眠気基準心拍数格納部から前記活動状態に応じて前記眠気基

50

準心拍数を取得する眠気基準心拍数取得工程と、前記生体情報及び前記眠気基準心拍数に基づき、前記被検者の眠気に関する眠気情報を算出する眠気度算出工程と、前記被検者の過去の眠気に関する過去眠気情報を含む履歴情報を取得する履歴取得工程と、前記眠気情報及び前記履歴情報に基づき前記被検者の就寝に関する就寝案内情報を生成する生成工程と、前記生成工程で生成した前記就寝案内情報を出力する出力工程と、を含むことを特徴とする就寝案内方法である。

【0010】

また、請求項9に記載の就寝案内方法を、コンピュータにより実行させることを特徴とする就寝案内プログラムである。

【0011】

また、請求項10に記載の就寝案内プログラムを格納したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施例にかかる就寝案内装置とサーバとの概略構成図である。

【図2】図1に示された就寝案内装置の概略構成図である。

【図3】図1に示されたサーバの概略構成図である。

【図4】図2に示された状態判別部における活動状態の判別例を示した表である。

【図5】図2に示されたパラメータテーブルの例を示した表である。

【図6】就寝案内情報の表示例の説明図である。

【図7】過去の入眠潜時と眠気度の関係を示したグラフである。

【図8】図3に示された眠気基準心拍数テーブルの例を示した表である。

【図9】眠気基準心拍数テーブルを算出設定する他の構成例である。

【図10】眠気基準心拍数テーブルの補間についての説明図である。

【図11】図2に示されたスマートフォンの動作のフローチャートである。

【図12】就寝時刻、起床時刻、入眠潜時、睡眠時間、就寝時の眠気度をまとめた表である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の一実施形態にかかる就寝案内装置を説明する。本発明の一実施形態にかかる就寝案内装置は、生体情報取得部で被検者の生体情報を取得し、活動状態取得部で被検者の活動状態を取得し、眠気基準心拍数取得部で被検者の眠気基準心拍数が活動状態毎に格納されている眠気基準心拍数格納部から活動状態に応じて眠気基準心拍数を取得する。次に、眠気度算出部で生体情報及び眠気基準心拍数に基づき、被検者の眠気に関する眠気情報を算出する。次に、履歴取得部で被検者の過去の眠気に関する過去眠気情報を含む履歴情報を取得する。そして、生成部で眠気情報及び履歴情報に基づき被検者の就寝に関する就寝案内情報を生成し、出力部で生成部が生成した就寝案内情報を出力する。このようにすることにより、現在の眠気に関する眠気情報と履歴情報に基づいて就寝案内情報を生成することができるので、主観評価が不要なため、算出誤差が少なく、例えば入眠潜時といった入眠に関する時間等の就寝案内情報を精度良く生成することができる。

【0014】

また、履歴情報には、被検者の過去の入眠潜時に関する入眠潜時情報が含まれてもよい。このようにすることにより、過去の入眠潜時に基づいた就寝案内情報を生成することができる。したがって、生成するための元になる情報が多くなるため、より就寝案内情報の精度を向上させることができる。

【0015】

また、被検者によって、入眠潜時の目標値が入力される入力部を更に備え、生成部は、目標値、眠気情報及び履歴情報に基づき就寝案内情報を生成してもよい。このようにすることにより、目標に応じた就寝案内情報が生成される。従って、被検者の意向を反映させることができる。ここで、入眠潜時とは、入床直後の覚醒状態から睡眠状態へ移行するま

10

20

30

40

50

での時間を示す。

【0016】

また、生成部は、履歴情報に含まれる過去眠気情報と入眠潜時情報との関係に基づき、現在の入眠潜時を算出し、就寝案内情報に含めてもよい。このようにすることにより、履歴情報に基づいて現在の入眠潜時を算出することができる。従って、被検者は現在の眠気による入眠潜時の目安を知ることが可能となる。

【0017】

また、履歴情報には、被検者の睡眠時間及び入眠潜時の開始における眠気情報が含まれていてもよい。このようにすることにより、被検者が過去の睡眠時間と眠気に関する過去眠気情報との関係を知ることができる。

【0018】

また、履歴情報を収集して履歴情報格納部に出力する履歴収集部を更に備えてもよい。このようにすることにより、眠気に関する情報や入眠潜時等を収集して次回以降の就寝時の履歴情報とすることができる。

【0019】

また、出力部は、就寝案内情報を表示する表示部、就寝案内情報を音により出力する音声報知部、就寝案内情報を振動により出力する振動報知部の少なくともいずれか1つを備えてもよい。このようにすることにより、被検者に対して様々な知覚情報により就寝案内情報を報知することができる。

【0020】

また、本発明の一実施形態にかかる就寝案内方法は、生体情報取得工程が被検者の生体情報を取得し、活動状態取得工程が被検者の活動状態を取得し、眠気基準心拍数取得工程が被検者の眠気基準心拍数が活動状態毎に格納されている眠気基準心拍数格納部から活動状態に応じて眠気基準心拍数を取得する。次に、眠気度算出工程が生体情報及び眠気基準心拍数に基づき、被検者の眠気に関する眠気情報を算出する。次に、履歴取得工程が被検者の過去の眠気に関する過去眠気情報を含む履歴情報を取得する。そして、生成工程が眠気情報及び履歴情報に基づき被検者の就寝に関する就寝案内情報を生成し、出力工程が生成工程で生成した就寝案内情報を出力する。このようにすることにより、現在の眠気情報と履歴情報に基づいて就寝案内情報を生成することができるので、主観評価が不要なため、算出誤差が少なく、例えば入眠潜時といった入眠に関する時間等の就寝案内情報を精度良く生成することができる。

【0021】

また、上述した就寝案内方法をコンピュータにより実行させる就寝案内プログラムとしてもよい。このようにすることにより、現在の眠気情報と履歴情報に基づいて就寝案内情報を生成することができるので、主観評価が不要なため、算出誤差が少なく、例えば入眠潜時といった入眠に関する時間等の就寝案内情報を精度良く生成することができる。

【0022】

また、上述した就寝案内プログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納してもよい。このようにすることにより、当該プログラムを機器に組み込む以外に単体でも流通させることができ、バージョンアップ等も容易に行える。

【実施例】

【0023】

本発明の一実施例にかかる就寝案内装置を図1乃至図11を参照して説明する。本実施例にかかる就寝案内装置としてのスマートフォン1は、図1に示したように、サーバ2と通信可能に接続されている。

【0024】

スマートフォン1は、図2に示したように、活動状態取得部としての状態判別部11と、GPS受信機12と、Gセンサ13と、パラメータテーブル14と、眠気基準心拍数取得部、履歴取得部、収集部としての通信部15と、眠気度算出部16と、生成部としての案内情報生成部17と、出力部18と、生体情報取得部としてのI/F19と、入力部1

10

20

30

40

50

aと、を備えている。そして、スマートフォン1は、心拍センサ30が接続されている。

【0025】

図2に示したスマートフォン1の構成は、例えばアプリケーションプログラム（アプリ）として構成すればよい。また、スマートフォン1が心拍センサ30を備える構成であってもよい。

【0026】

なお、本実施例は、スマートフォン1で説明するが、就寝案内装置としてはスマートフォン1に限らないことはいうまでもなく、携帯電話やタブレット型の端末等であってもよいし、腕時計型等であってもよい。或いは室内に設置されるテレビ等の家電機器であってもよい。

【0027】

心拍センサ30は、心拍に関する生体情報として少なくとも心拍数を取得することができるセンサであれば、周知のものをを用いることができる。例えば、腕時計型、ベッドやソファ等に内蔵されるもの等、種々の形態のものを利用することができる。また、心拍センサ30は、1種類に限らず、後述する活動状態に応じて複数種類を使い分けてもよい。

【0028】

上述した構成のスマートフォン1においては、状態判別部11、眠気度算出部16及び案内情報生成部17はCPU（Central Processing Unit）等の演算装置が機能する。また、パラメータテーブル14はフラッシュメモリなどの記憶媒体が機能する。また、出力部18は、液晶ディスプレイ等の表示装置や、スピーカ等の音声出力装置及びスマートフォン1が内蔵するバイブレーション発生部等が機能する。I/F19は、心拍センサ30等と通信する通信制御部等が機能する。また、GPS受信機12やGセンサ13は、スマートフォン1が内蔵するものを利用することができる。

【0029】

状態判別部11は、GPS受信機12やGセンサ13から入力されるスマートフォン1の現在地情報及び加速度情報（被検者の位置する現在地及び加速度）に基づいて安静、作業中等といった被検者の活動状態を判別する。即ち、状態判別部11は、被検者の活動状態を取得する。

【0030】

GPS受信機12は、周知のように複数のGPS（Global Positioning System）衛星から発信される電波を受信して、現在地情報（緯度、経度）を求めて状態判別部11に出力する。

【0031】

Gセンサ13は、所謂加速度センサであり、例えば3軸加速度センサであれば、XYZ軸の3方向の加速度を測定できる。Gセンサ13は、測定された加速度を状態判別部11に出力する。

【0032】

状態判別部11における活動状態の判別の例を図4に示す。図4は、活動状態を判別するテーブルの例である。図4のテーブルにおいて、状態sta1の内容は安静、状態sta2の内容は運転中、状態sta3の内容は作業中、状態sta4の内容は睡眠、の活動状態を示している。勿論活動状態は、エクササイズや重労働等、図示した項目以外が含まれていてもよい。なお、この図4は、様々な活動状態が判別できることを示すため、sta4（睡眠）が記載されているが、本実施例においては、sta4の判別は行わなくてもよい。

【0033】

図4のテーブルでは、位置情報がリビングで、加速度情報が小さく、速度が小さく、デバイスが腕時計である場合に状態sta1（安静）と判別する。ここで、速度は、例えば現在地情報の変化から算出すればよい。デバイスは心拍センサ30の種類や設置されている場所を示しており、心拍センサ30から取得してもよいし、別途被検者等が設定してもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 4 】

また、現在地情報が車両で、加速度情報が中、速度が大きく、デバイスが運転席である場合に状態  $s t a 2$  (運転中)と判別する。現在地情報が事務所で、加速度情報が大きい、速度が中、デバイスが椅子である場合に状態  $s t a 3$  (作業中)と判別する。現在地情報がベッドで、加速度情報が小さい、速度が小さい、デバイスがベッドである場合に状態  $s t a 4$  (睡眠)と判別する。

## 【 0 0 3 5 】

なお、図 4 のテーブルでは、現在地情報、加速度情報、速度情報、デバイス情報で判別していたが、いずれか 1 項目のみで判定してもよいし 2 項目又は 3 項目のみであってもよい。また、心拍センサ 30 で測定した心拍数で判別してもよい。例えば、心拍数の数値や心拍数の変化によって作業中や安静状態等の判別をすることができる。

10

## 【 0 0 3 6 】

パラメータテーブル 14 は、後述する眠気予測パラメータが活動状態毎に設定されているテーブルを備えている。そして、状態判別部 11 の判別結果に基づいて、その活動状態に対応する眠気予測パラメータを眠気度算出部 16 に出力する。テーブルの例を図 5 に示す。

## 【 0 0 3 7 】

眠気予測パラメータは図 5 に示したように a、b の 2 種類が設定される。図 5 の例では、状態  $s t a 1$  (安静)の場合、眠気予測パラメータ a は 0.2、眠気予測パラメータ b は 0.2 とし、状態  $s t a 2$  (運転中)の場合、眠気予測パラメータ a は 0.5、眠気予測パラメータ b は 0 としている。また、状態  $s t a 3$  (作業中)の場合、眠気予測パラメータ a は 0.1、眠気予測パラメータ b は 0.2 とし、状態  $s t a 4$  (睡眠)の場合、眠気予測パラメータ a は 0.2、眠気予測パラメータ b は 0.2 としている。図 5 のテーブルから明らかなように、眠気予測パラメータ a、b は 0 ~ 1 の範囲の値が設定される。

20

## 【 0 0 3 8 】

通信部 15 は、サーバ 2 と通信する。通信部 15 は、状態判別部 11 で判別された活動状態、眠気度算出部 16 で算出された眠気度(眠気度算出時刻を含めてもよい)及び入眠潜時等をサーバ 2 に送信する。通信部 15 は、サーバ 2 から送信された眠気基準心拍数及び履歴情報等を受信する。眠気基準心拍数及び履歴情報については後述する。即ち、通信部 15 は、活動状態に応じて眠気基準心拍数を取得し、更に履歴情報を取得する。また、通信部 15 は、履歴情報格納部(個人別履歴データ格納部 25)に格納されるべき情報(眠気度、入眠潜時等)を収集してサーバ 2 に出力する。

30

## 【 0 0 3 9 】

眠気度算出部 16 は、心拍センサ 30 で測定された心拍数と、パラメータテーブル 14 から出力された眠気予測パラメータと、通信部 15 がサーバ 2 から受信した眠気基準心拍数と、に基づいて眠気度(眠気に関する情報)を算出する。

## 【 0 0 4 0 】

眠気度とは、現在の心拍数が眠気基準心拍数よりも低いときの、現在の心拍数と眠気基準心拍数との差分であり、現在の心拍数が眠気基準心拍数より下がる割合に応じて眠気も強くなるように算出される。

40

## 【 0 0 4 1 】

ここで、眠気度を算出する前提について説明する。心拍変動から自律神経のバランスを推定するために、心拍変動についての時系列データから、呼吸変動に対応する高周波変動成分(HF成分)と血圧変動であるメイヤー波(Mayer wave)に対応する低周波成分(LF成分)を抽出し、両者の大きさを比較する。呼吸変動を反映するHF成分は、副交感神経が緊張(活性化)している場合のみに心拍変動に現れる。一方、LF成分は、交感神経が緊張しているとき、及び副交感神経が緊張しているときにも心拍変動に現れる。

## 【 0 0 4 2 】

HF成分は、パワースペクトルのHF成分の領域(0.15 Hz から 0.40 Hz まで)の強度を合計した値に平方根を用いるのが一般的である。HF成分(HFS)は、個人差

50

が大きく、個人ごとに正規化を行い 1 から 5 の値に変換する。

$$HFS = \frac{1}{5} \times (HF) \cdots (1)$$

【0043】

ここで、HFS の平均値が 2 となるように HF の値は決定される。HFS の値が 1 より小さいものは 1 とし、5 より大きいものは 5 とする。その結果、HFS は 1 から 5 までの値となる。

【0044】

眠気度算出部 16 では、眠気予測パラメータを a 及び b、現在の心拍数 HR から得られる RR 間隔 (R-R Interval) を RR、基準心拍数 HR<sub>ref</sub> から得られる基準 RR 間隔を RR<sub>ref</sub>、心拍揺らぎを HFS とすると、次の (2) 式により眠気度 D を算出する。

$$D = a \times (RR - RR_{ref}) + b \times HFS \cdots (2)$$

【0045】

ここで、心拍数 HR は 1 分間当たりの心拍の数であるので、RR 間隔は、心拍数 HR から次の (3) 式で算出される。

$$RR = 60000 / HR \text{ (ミリ秒)} \cdots (3)$$

【0046】

同様に、RR<sub>ref</sub> は次の (4) 式で算出される。

$$RR_{ref} = 60000 / HR_{ref} \text{ (ミリ秒)} \cdots (4)$$

【0047】

本実施例では、HFS は眠気度算出部 16 で心拍数から求めているが、心拍センサ 30 から取得するようにしてもよい。その場合は、I/F 19 が取得する生体情報としては、心拍数と心拍揺らぎの高周波成分となる。

【0048】

ここで、眠気予測パラメータ a 及び b をそれぞれ設定することについて説明する。例えば運転中の眠気は単調な運転時 (高速道路等) で起こりやすく、眠気を伴った機能低下が起こる。このような機能低下は、生理機能上は心拍数、血圧などが沈静して、眼球運動と脳波の異常などが動揺しながら出現する。自覚症状 疲労感が眠気とだるさ、四肢の疲れを中心に大きく増大し、集中低下も強く感じられる。行動能力 反応時間の大きな延長とばらつきが増大、正確さの低下があり、閉眼、まどろみによる危険状態にも至る。

【0049】

眠気の状態は自律神経の機能により下記のように分類される。

< 1 . 眠気のない場合 >

交感神経が亢進し、副交感神経が抑制している状態である。心拍数 HR が大きく、心拍揺らぎの高周波成分 HF が小さい。

< 2 . 眠気の兆候がある場合 >

単調な運転や疲労などにより、心理的に眠気の自覚は少ないが生理的にその兆候が現れる。交感神経活動が亢進状態から抑制状態に変わるので、心拍数が下がる。

< 3 . 眠気が生じる場合 >

交感神経は抑制したままであるが、副交感神経活動が亢進状態に変わるので、心拍数 HR が下がり、心拍揺らぎの高周波成分 HF が上がる。

< 4 . 眠気に抗した葛藤状態 >

危険を感じ、眠気に抗するために、緊張状態を生じる。ヒヤッとしたときなどに、交感神経活動が断続的に亢進し、心拍揺らぎの高周波成分 HF が減少する。

< 5 . 眠気に抗しきれない状態 >

緊張が消失し、居眠りが始まる。交感神経活動が抑制されるので心拍数 HR は下がる。

【0050】

上記の分類で、通常の居眠り運転では 1 の状態 (眠気のない場合) から 2 の状態 (眠気の兆候がある場合) に変化し、さらに 4 の状態 (眠気に抗した葛藤状態) に至ることが多い。一方、安静状態では、1 の状態から 2 の状態になり、3 の状態 (眠気が生じる場合)

10

20

30

40

50



になり、そして、眠ってしまうと5の状態（眠気に抗しきれない状態）に至る。

【0051】

そこで、(2)式では、図3に示したように、運転中では心拍揺らぎの眠気予測パラメータbを0にして計算する。つまり、運転状態では、心拍数変化の眠気予測パラメータaを大きくし、心拍揺らぎの眠気予測パラメータbを小さくする。一方、安静状態では、心拍数変化の要素の眠気予測パラメータaを小さくし、心拍揺らぎの眠気予測パラメータbを大きくする。

【0052】

即ち、眠気予測パラメータa及びbは、RR間隔及び心拍揺らぎのそれぞれに対する重み付けをするための係数である。上述したように、RR間隔と心拍揺らぎは、活動状態によって眠気への寄与が異なるため、それぞれに重み付けをすることで、眠気度の精度を高めている。

【0053】

そして、(2)式により算出された眠気度は1～5の数値の範囲となる。この眠気度は1が眠気が小さく5が眠気が大きい。また、眠気度Dは現在の心拍数が眠気基準心拍数よりも低いときの、現在の心拍数と眠気基準心拍数との差分であるので、 $RR < RR_{ref}$  ( $HR > HR_{ref}$ ) の場合眠気度は1とする。

【0054】

即ち、眠気予測パラメータは活動状態によって変化するので、眠気度算出部16は、心拍数（生体情報）、活動状態、眠気基準心拍数に基づいて眠気度を算出していることとなる。

【0055】

案内情報生成部17は、眠気度算出部16で算出された現在の眠気度と、サーバ2から通信部15を介して入力された履歴情報と、入力部1aから入力された入眠潜時の目標値と、から就寝案内情報を生成する。また、案内情報生成部17は、被検者の実際の入眠潜時を算出する。就寝案内情報とは、入眠時刻、入眠タイミングや、快適に入眠するためのアドバイスや過去の睡眠時間における情報の比較等の就寝に関する情報である。就寝案内情報の表示例を図6に示す。

【0056】

図6は、スマートフォン1のディスプレイ等の表示部に就寝案内情報が表示された場合の例である。図6では、眠気度181、現在の眠気182、入眠潜時183、目標値184、メッセージ185が表示されている。

【0057】

眠気度181は、現在の眠気182の眠気度を示すための目盛である。現在の眠気182は、眠気度算出部16で算出された現在の眠気度をバーグラフ状に表示するための領域である。入眠潜時183は、履歴情報に含まれる過去の眠気度と入眠潜時から算出された眠気度181に対応する入眠潜時の目盛である。

【0058】

目標値184は、入力部1aから被検者が入力する入眠潜時の目標値である。メッセージ185は、現在の眠気182の内容（値）に応じて生成するメッセージである。

【0059】

図6(a)の場合、現在の眠気182が“2”である。この場合の入眠潜時は45分となる。また、被検者が入力した入眠潜時の目標値は15分であり、目標に到達してないので、「もう少しリラックスしましょう!」といったメッセージ185を生成する。

【0060】

図6(b)の場合、現在の眠気182が“4”を超えている。この場合の入眠潜時は、被検者が入力した入眠潜時の目標値を超えているので、「すぐに布団に入りましょう!」といったメッセージ185を生成する。

【0061】

ここで、履歴情報に含まれる過去の入眠潜時と過去の眠気度（過去眠気情報）とから現

10

20

30

40

50

在の入眠潜時を算出する方法について説明する。図7は、過去の入眠潜時と過去の眠気度の関係を示したグラフの例である。図7に示すように入眠潜時と眠気度とは直線近似することができる。従って、この直線を表す関数によって現在の眠気度に対応する現在の入眠潜時を算出することができる。算出された入眠潜時は、就寝案内情報に含められたり、履歴情報としてサーバ2の個人別履歴データ格納部25に格納されたりする。

【0062】

なお、図7では、直線近似を示したが、線形近似するに限らない。また、関数等を求めずに、例えば、眠気度5段階階毎の入眠潜時の平均値や最頻値等を求めて、それを算出した入眠潜時としてもよい。

【0063】

案内情報生成部17は、被検者の実際の入眠潜時を算出する。算出方法としては、入床から眠気度が5になった時点までを計時することでもよいし、入床から睡眠状態と判定できる心拍数になった時点までを計時することでもよい。或いは、それらを組み合わせて判定してもよい。なお、入床は被検者が入力部1aから入力することで検出すればよい。

【0064】

出力部18は、案内情報生成部17で生成された就寝案内情報を出力する。出力部18は、例えば、スマートフォン1のディスプレイ等の表示部に図6のような表示をする。また、スピーカ等の音声出力部（音声報知部）にメッセージ185の内容を音声によって被検者に案内（報知）してもよく、図6（b）の状態になったことを電子音等として出力するようにしてもよい。或いは、図6（b）の状態になったことを、スマートフォン1が内蔵するバイブレーション発生部等の振動報知部により振動を発生させて被検者に報知するようにしてもよい。

【0065】

また、出力部18としては、上述した3つの例に限らず、例えば、近距離無線通信等により被検者が装着しているウェアラブルデバイス（心拍センサ等）に就寝案内情報を出力してもよい。そして、ウェアラブルデバイス等において表示や音声出力、振動等をさせるようにしてもよい。つまり、出力部18は、就寝案内情報をデータとして外部に出力することにも含まれる。

【0066】

I/F19は、心拍センサ30が接続されるインタフェース（I/F）である。I/F19は、心拍センサ30が有線接続の場合は有線接続に対応するインタフェース、無線接続の場合は無線接続に対応するインタフェースとなる。即ち、I/F19は、被検者において測定された該被検者の心拍に関する生体情報を取得する。

【0067】

入力部1aは、タッチパネルやボタン等から構成される。入力部1aからは、被検者が入眠潜時の目標値や入床時刻等を入力する。

【0068】

サーバ2は、図3に示したように、眠気基準心拍数格納部としての眠気基準心拍数テーブル21と、端末通信部22と、処理部24と、履歴情報格納部としての個人別履歴データ格納部25と、を備えている。

【0069】

サーバ2は、周知のように、事業所等に設置されて、インターネット等のネットワーク経由で複数のスマートフォン1等の端末と通信が可能となっている。上述した構成のサーバ2においては、眠気基準心拍数テーブル21及び個人別履歴データ格納部25は、ハードディスク等の記憶媒体が機能する。また、端末通信部22は、ネットワーク制御用の基板や半導体回路等が機能する。また、処理部24は、CPU等の演算装置が機能する。

【0070】

眠気基準心拍数テーブル21は、被検者の眠気基準心拍数が時刻及び活動状態毎に格納されているテーブルを備えている。そして、スマートフォン1から受信した状態判別部11の判別結果及び現在時刻に基づいて、その活動状態に対応する眠気基準心拍数を処理部

10

20

30

40

50

24に出力する。テーブルの例を図8に示す。

【0071】

ここで、眠気基準心拍数とは、眠気発生時の心拍数である。つまり、この心拍数以下では人が眠気を感じる心拍数である。眠気基準心拍数の算出方法としては、例えば運転中等のある活動状態における心拍の最低心拍数と標準偏差を求め、最低心拍数に標準偏差を加えることで算出する。

【0072】

図8の例の場合、時刻 $t_1 \sim t_4$ の1時間間隔で状態 $s_{ta1} \sim s_{ta3}$ 毎に眠気基準心拍数を設定している。時刻 $t_1 \sim t_4$ は、例えば午後0時や、午後1時などの時刻を示している。

【0073】

眠気基準心拍数は、心拍センサ30から取得した心拍数等の情報に基づいて算出された標準偏差等に基づいて算出される。例えば午後0時の基準心拍数を算出する場合は、午後0時近傍の所定期間の心拍数を取得し、上述したように最低心拍数と標準偏差を求め、最低心拍数に標準偏差を加えることで算出すればよい。そして、その時の活動状態をスマートフォン1の状態判別部11から取得し、その活動状態の午後0時の眠気基準心拍数としてテーブルに設定する。

【0074】

また、眠気基準心拍数は、図1に示したスマートフォン1で算出し設定してもよいし、サーバ2に心拍数等の情報を送信してサーバ2で算出してもよいが、図9に示すような構成で別途算出、設定し、サーバ2の眠気基準心拍数テーブル21に転送するようにしてもよい。初期校正部51は、上述した方法で眠気基準心拍数を算出する。

【0075】

また、人は1日に様々な活動を行うので、24時間心拍数を測定しても、眠気基準心拍数テーブル21の全ての時刻と活動状態を埋めるのは困難である(図10(a))。そこで、空白となった部分はその前後のデータに基づいて滑らかになるようにデータを補間するようにしてもよい(図10(b))。

【0076】

また、初期状態で補間により埋めた部分は、その後の測定によって眠気基準心拍数が算出された場合はその算出値に更新(追加)してもよい。更に、その更新(追加)に基づいて他の補間値を更新してもよい。このようにすることで、眠気基準心拍数の精度を向上させることができる。即ち、眠気基準心拍数テーブル21は、心拍数の測定時刻及び状態判別部11(活動状態取得部)が検出した被検者の活動状態に基づいて眠気基準心拍数を追加又は更新する眠気基準心拍数設定部としても機能する。

【0077】

端末通信部22は、スマートフォン1から状態判別部11が判別した活動状態、眠気度算出部16が算出した眠気度(眠気度算出時刻も含む)や案内情報生成部が算出した入眠潜時等を受信する。また、端末通信部22は、スマートフォン1へ処理部24が眠気基準心拍数テーブル21及び個人別履歴データ格納部25から読み出した眠気基準心拍数や履歴情報等を送信する。

【0078】

処理部24は、現在時刻及び状態判別部11が判別した活動状態に基づいて眠気基準心拍数テーブル21から眠気基準心拍数を読み出して取得する。処理部24は、個人別履歴データ格納部25から履歴情報を読み出して取得する。そして、読み出した眠気基準心拍数や履歴情報を端末通信部22を介してスマートフォン1に送信する。なお、現在時刻は、サーバ2に内蔵する時計機能から参照してもよいし、外部のNTP(Network Time Protocol)サーバ等から取得してもよい。

【0079】

個人別履歴データ格納部25は、端末通信部22が受信した眠気度や入眠潜時等が個人別に格納されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 0 】

図 1 1 に上述した構成のスマートフォン 1 の動作のフローチャートを示す。まず、ステップ S 1 0 1 において、I / F 1 9 が心拍情報（心拍数）を心拍センサ 3 0 から取得してステップ S 1 0 2 に進む。即ち、本ステップが生体情報取得工程として機能する。

## 【 0 0 8 1 】

次に、ステップ S 1 0 2 において、眠気基準心拍数を取得しステップ S 1 0 3 に進む。本ステップでは、ステップ S 1 0 1 で取得した心拍数に基づいて状態判別部 1 1 が活動状態を判別してサーバ 2 にその活動状態を通信部 1 5 が送信して、サーバ 2 から眠気基準心拍数を受信する。即ち、本ステップが活動状態取得工程、眠気基準心拍数取得工程として機能する。

10

## 【 0 0 8 2 】

次に、ステップ S 1 0 3 において、履歴情報を読み込んで（取得して）ステップ S 1 0 4 に進む。本ステップでは、例えば通信部 1 5 がサーバ 2 に対して履歴情報を要求して、サーバ 2 から送信された履歴情報を受信する。即ち、本ステップが履歴取得工程として機能する。

## 【 0 0 8 3 】

次に、ステップ S 1 0 4 において、被検者に現在の眠気度を入力させてステップ S 1 0 5 に進む。本ステップでは、被検者に現在の眠気度を入力部 1 a から入力される。この眠気度は被検者の主観評価として、以後のステップで算出される眠気度と対比して表示してもよい。或いは、サーバ 2 の個人別履歴データ格納部 2 5 に履歴情報として格納し、後日算出した眠気度と対比表示をしてもよい。

20

## 【 0 0 8 4 】

次に、ステップ S 1 0 5 において、被検者に入眠潜時の目標値を入力させてステップ S 1 0 6 に進む。本ステップでは、被検者によって入眠潜時の目標値を入力部 1 a から入力される。

## 【 0 0 8 5 】

次に、ステップ S 1 0 6 において、現在の眠気度と入眠潜時を算出してステップ S 1 0 7 に進む。本ステップでは、眠気度と入眠潜時を上述した方法、つまり、（ 2 ）式や直線近似から求めた関数により算出される。即ち、本ステップが眠気度算出工程として機能する。

30

## 【 0 0 8 6 】

次に、ステップ S 1 0 7 において、算出された眠気度が前回の眠気度算出時から変化したか否かを判断し、変化した場合（ Y E S の場合）はステップ S 1 0 8 に進み、変化しない場合（ N O の場合）はステップ S 1 0 9 に進む。

## 【 0 0 8 7 】

次に、ステップ S 1 0 8 において、図 6 の表示を変更してステップ S 1 0 6 に戻る。本ステップでは、ステップ S 1 0 7 で眠気度が変化したので、その変化した眠気度や現状の入眠潜時に合わせて図 6 の表示を変更する。

## 【 0 0 8 8 】

ステップ S 1 0 9 においては、入眠最適時刻か否かを判断し、入眠最適時刻の場合（ Y E S の場合）はステップ S 1 1 1 に進み、そうでない場合（ N O の場合）はステップ S 1 1 0 に進む。入眠最適時刻の判断は、ステップ S 1 0 5 で入力した入眠潜時の目標値以下の入眠潜時となる眠気度になったことで判断する。

40

## 【 0 0 8 9 】

次に、ステップ S 1 1 0 において、心拍情報（心拍数）を更新（再度取得）してステップ S 1 0 6 に進み眠気度と入眠潜時を再算出する。

## 【 0 0 9 0 】

ステップ S 1 1 1 においては、入眠タイミングであることを通知（報知）してステップ S 1 1 2 に進む。本ステップでは、図 6（ b ）のような情報の生成および表示、音声出力或いは振動により被検者に入眠タイミングであることを報知する。即ち、本ステップが、

50

生成工程、出力工程として機能する。なお、図 6 のような表示を行う場合は、ステップ S 1 0 6 以降は表示が継続することとなる。したがって、ステップ S 1 0 6 以降は実質的に生成工程、出力工程となる。

【0091】

次に、ステップ S 1 1 2 において、被検者に入床時刻を入力させてステップ S 1 1 3 に進む。入床時刻は、上述したように入力部 1 a から入力すればよい。入力は、現在時刻を表示して、OK ボタンを押させる等簡便な入力とすることが好ましい。なお、入力については、一例であってももちろんこの方法に限定されるものではない。

【0092】

次に、ステップ S 1 1 3 において、入眠潜時をサーバに送信する。本ステップでは、ステップ S 1 1 2 から入眠に至るまでの時間を計測し、サーバ 2 に送信する。サーバ 2 では、その入眠潜時を履歴情報として個人別履歴データ格納部 2 5 に格納する。

10

【0093】

本実施例によれば、I / F 1 9 が被検者の心拍数に関連する心拍数を取得し、状態判別部 1 1 が被検者の活動状態を取得し、通信部 1 5 が眠気基準心拍数テーブル 2 1 から活動状態に応じて眠気基準心拍数を取得する。次に、眠気度算出部 1 6 が心拍数及び眠気基準心拍数に基づいて、被検者の現在の眠気度を算出する。次に、通信部 1 5 が被検者の過去の眠気度及び過去の入眠潜時を含む履歴情報を取得する。そして、案内情報生成部 1 7 で眠気度算出部 1 6 が算出した現在の眠気度及び取得した履歴情報に基づいて就寝案内情報を生成し、出力部 1 8 から出力する。このようにすることにより、現在の眠気度と履歴情報に基づいて就寝案内情報を生成することができるので、主観評価が不要なため、算出誤差が少なく、例えば入眠潜時といった入眠に関する時間等の就寝案内情報を精度良く生成することができる。

20

【0094】

また、入眠潜時の目標値を入力する入力部 1 a を更に備え、案内情報生成部 1 7 は、目標値、現在の眠気度及び履歴情報に基づいて就寝案内情報を生成している。このようにすることにより、目標に応じた就寝案内情報が生成される。従って、被検者の意向を反映させることができる。

【0095】

また、案内情報生成部 1 7 は、履歴情報に含まれる過去の眠気度と過去の入眠潜時との関係を線形近似した式に基づいて、現在の入眠潜時を算出して、就寝案内情報に含めている。このようにすることにより、履歴情報に基づいて現在の入眠潜時を算出することができる。従って、被検者は現在の眠気による入眠潜時の目安を知ることが可能となる。

30

【0096】

また、履歴情報としてサーバ 2 の個人別履歴データ格納部 2 5 に格納される眠気度、入眠潜時等を収集してサーバ 2 へ出力する通信部 1 5 備えている。このようにすることにより、眠気に関する情報や入眠潜時等を収集して次回以降の就寝時の履歴情報とすることができる。

【0097】

また、出力部 1 8 は、就寝案内情報を表示する表示部、就寝案内情報を音により出力する音声報知部、就寝案内情報を振動により出力するバイブレーション発生部を備えている。このようにすることにより、被検者に対して様々な感覚により就寝案内情報を報知することができる。

40

【0098】

また、眠気度算出部 1 6 は、活動状態毎に予め設定された眠気予測パラメータに基づいて被検者の眠気度を算出している。このようにすることにより、心拍数と心拍揺らぎを活動状態に応じて重み付けすることができる。

【0099】

なお、履歴情報には、被検者の睡眠時間及び入眠潜時の開始時における眠気度が含まれていてもよい。このようにすることにより、例えば、図 1 2 に示したように、被検者が過

50

去の睡眠時間と眠気に関する情報との関係を知ることができる。例えば、被検者は、眠い時にベッドに入ると直ぐに眠れる事を確認することができる。

#### 【0100】

図12は、就寝時刻と起床時刻と入眠潜時と睡眠時間と就寝時の眠気度とを示した一例の表である。図12には、就寝時刻と起床時刻とが記載されているが、これは、心拍数の変化により検知可能である（起床時刻は被検者自身が入力してもよい）。

#### 【0101】

また、図12のように情報をまとめることで、例えば、入床するのによい時間を就寝案内情報としてアドバイスすることが可能となる。勿論表でなくグラフであってもよい。

#### 【0102】

また、上述した実施例では、入眠潜時の目標値を入力するようにしていたが、省略してもよい。この場合、例えば眠気度が“4”以上、或いは入眠潜時が15分以内など、予め定めた基準値に基づいて入床を促すようにしてもよい。

#### 【0103】

また、就寝案内情報としては、入眠潜時や図6に示したメッセージ以外に、例えば、リラックスするのによい音楽等の眠気を催すのに有用な情報の案内情報を含めてもよい。

#### 【0104】

また、上述した実施例では、過去の眠気度と入眠潜時とから入眠タイミング等を報知していたが、入眠潜時ではなく、例えば、過去の眠気度から、眠気度が大きくなる時間帯を求めて入眠タイミング等を推定して報知してもよい。

#### 【0105】

また、上述した実施例において活動状態と測定時刻とに基づいて眠気予測パラメータや眠気基準心拍数を選択していたが、活動状態のみに基づいて眠気予測パラメータや眠気基準心拍数を選択してもよい。但し、測定時刻を考慮した方が、適切な眠気予測パラメータや眠気基準心拍数を選択できるので好ましい。

#### 【0106】

また、パラメータテーブル14や眠気度算出部16の両方又は一方をサーバ2が備えてもよいし、眠気基準心拍数テーブル21や処理部24の両方又は一方をスマートフォン1が備えてもよい。また、サーバ2を用いず、全てスマートフォン1が備える構成であってもよい。

#### 【0107】

また、本発明は上記実施例に限定されるものではない。即ち、当業者は、従来公知の知見に従い、本発明の骨子を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。かかる変形によってもなお本発明の就寝情報案内装置の構成を具備する限り、勿論、本発明の範疇に含まれるものである。

#### 【符号の説明】

#### 【0108】

- |    |                           |
|----|---------------------------|
| 1  | スマートフォン（就寝案内装置）           |
| 2  | サーバ                       |
| 11 | 状態判別部（活動状態取得部）            |
| 14 | パラメータテーブル                 |
| 15 | 通信部（眠気基準心拍数取得部、履歴取得部、収集部） |
| 16 | 眠気度算出部                    |
| 17 | 案内情報生成部（生成部）              |
| 18 | 出力部（表示部、音声報知部、振動報知部）      |
| 19 | I/F（生体情報取得部）              |
| 1a | 入力部                       |
| 21 | 眠気度基準心拍数テーブル（眠気基準心拍数格納部）  |
| 25 | 個人別履歴データ格納部（履歴情報格納部）      |
| 30 | 心拍センサ                     |

10

20

30

40

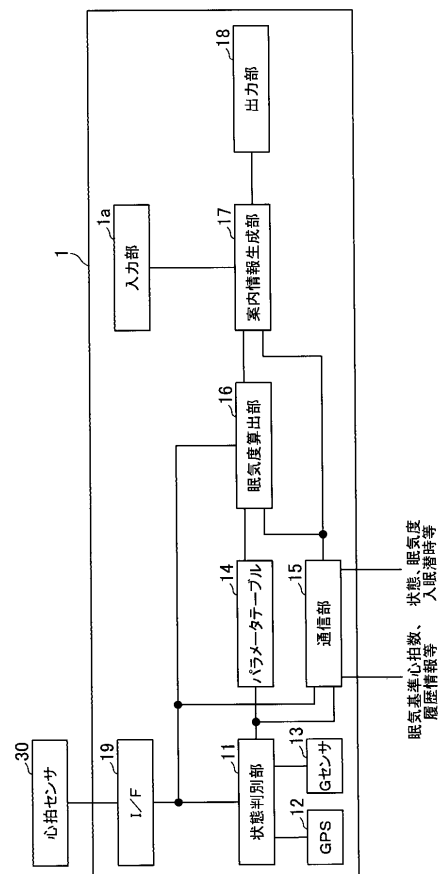
50

- S 1 0 1 心拍情報を取得（生体情報取得工程）
- S 1 0 2 眠気基準心拍数取得（活動状態取得工程、眠気基準心拍数取得工程）
- S 1 0 3 履歴情報を読み込む（履歴取得工程）
- S 1 0 6 現在の眠気度と入眠潜時の算出（眠気度算出工程）
- S 1 1 1 入眠タイミングであることを通知（生成工程、出力工程）

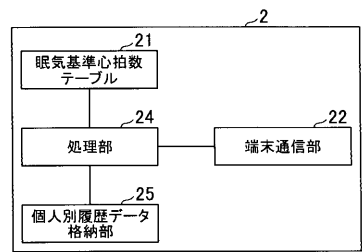
【図 1】



【図 2】



【 図 3 】



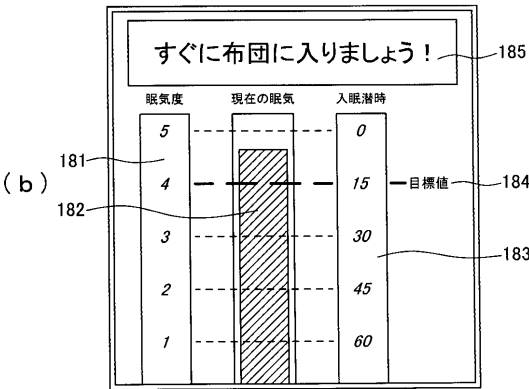
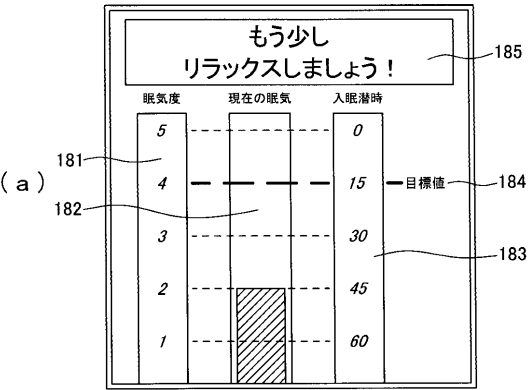
【 図 4 】

状態	内容	位置	加速度	速度	デバイス
sta1	安静	リビング	小さい	小さい	腕時計
sta2	運転中	車両	中	大きい	運転席
sta3	作業中	事務所	大きい	中	椅子
sta4	睡眠	ベット	小さい	小さい	ベット

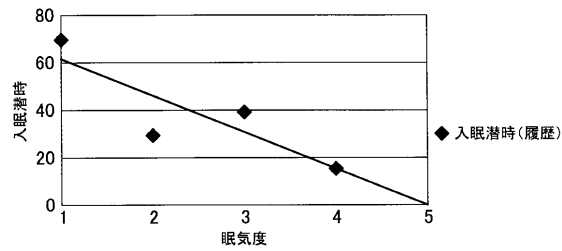
【 図 5 】

状態	内容	a	b
sta1	安静	0.2	0.2
sta2	運転中	0.5	0
sta3	作業中	0.1	0.2
sta4	睡眠	0.2	0.2

【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 10 】

(a)

時刻	sta1	sta2	sta3
t1	60		
t2			64
t3		53	
t4			66

↓

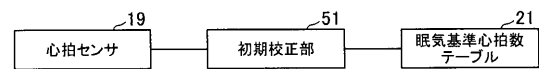
(b)

時刻	sta1	sta2	sta3
t1	60	63	65
t2	55	51	64
t3	58	53	66
t4	59	62	66

【 図 8 】

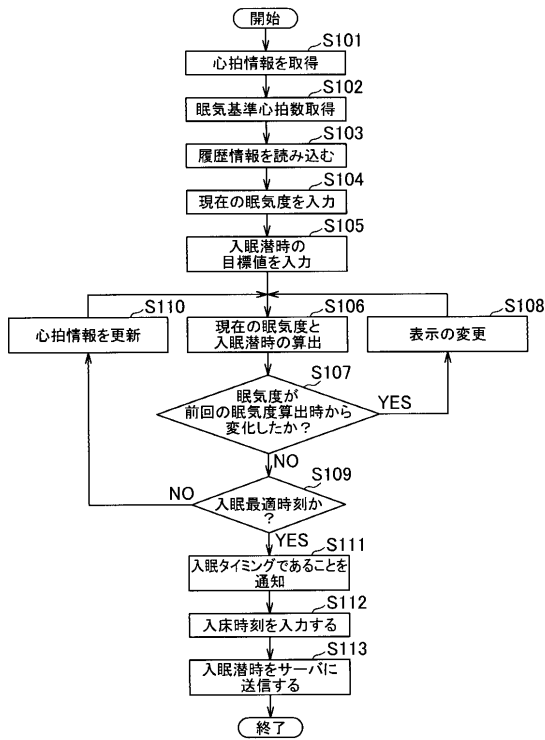
時刻	sta1	sta2	sta3
t1	60	63	65
t2	55	51	64
t3	58	53	66
t4	59	62	66

【 図 9 】





【図 1 1】



【図 1 2】

日時	就寝時刻	起床時刻	入眠潜時	睡眠時間	就寝時の眠気度
1月1日	10:30	7:15	0:30	8:15	2
1月2日	11:15	6:30	0:15	7:00	4
1月3日	10:45	6:45	0:40	7:20	3
1月4日	12:15	5:30	1:10	4:05	1

---

フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 功一  
埼玉県川越市山田字西町 2 5 番地 1 パイオニア株式会社 川越事業所内

(72)発明者 加藤 卓也  
埼玉県川越市山田字西町 2 5 番地 1 パイオニア株式会社 川越事業所内

(72)発明者 安土 光男  
埼玉県川越市山田字西町 2 5 番地 1 パイオニア株式会社 川越事業所内

F ターム(参考) 4C017 AA02 AB02 FF30  
4C038 PP05 PQ06