

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4421507号
(P4421507)

(45) 発行日 平成22年2月24日(2010.2.24)

(24) 登録日 平成21年12月11日(2009.12.11)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 5/16 (2006.01) A 6 1 B 5/16

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2005-100160 (P2005-100160)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成17年3月30日 (2005.3.30)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2006-271897 (P2006-271897A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成18年10月12日 (2006.10.12)	(74) 代理人	100059225
審査請求日	平成18年3月8日 (2006.3.8)		弁理士 蔦田 璋子
		(74) 代理人	100076314
			弁理士 蔦田 正人
		(74) 代理人	100112612
			弁理士 中村 哲士
		(74) 代理人	100112623
			弁理士 富田 克幸
		(74) 代理人	100124707
			弁理士 夫 世進

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眠気予測装置及びそのプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被験者の睡眠状態に関連した睡眠状態関連値を計測する睡眠状態計測手段と、
 前記被験者の日中活動に関連した日中活動関連値を入力、又は、計測する日中活動取得手段と、

前記睡眠状態関連値と前記日中活動関連値に基づいて、前記被験者の睡眠履歴や日中活動によって蓄積されると予測される蓄積眠気度を算出する蓄積眠気度算出手段と、

時刻によって変化する生体リズムに基づく生体リズム眠気度を算出する生体リズム眠気度算出手段と、

前記蓄積眠気度と前記生体リズム眠気度に基づき時刻に対応した総合的な眠気度を算出する総合眠気度算出手段と、

を具備し、

前記睡眠状態計測手段は、

前記被験者の自律神経指標値を計測する自律神経指標値計測手段と、

前記被験者の体動状態を検出する体動検出手段と、

前記体動状態に基づいて前記被験者が覚醒しているか睡眠しているかを判断する覚醒睡眠判断手段と、

前記被験者が睡眠をしていると判断されたときの前記自律神経指標値に基づいて前記睡眠状態関連値を求める睡眠状態判断手段と、

を具備し、

10

20

前記生体リズム眠気度は、24時間のサーカディアンリズム成分と12時間のサーカセミアンリズム成分を正弦波の合成関数で表現したものであることを特徴とする眠気予測装置。

【請求項2】

被験者の睡眠状態に関連した睡眠状態関連値を計測する睡眠状態計測手段と、
前記被験者の日中活動に関連した日中活動関連値を入力、又は、計測する日中活動取得手段と、

前記睡眠状態関連値と前記日中活動関連値に基づいて、前記被験者の睡眠履歴や日中活動によって蓄積されると予測される蓄積眠気度を算出する蓄積眠気度算出手段と、

を具備し、

前記睡眠状態計測手段は、

前記被験者の自律神経指標値を計測する自律神経指標値計測手段と、

前記被験者の体動状態を検出する体動検出手段と、

前記体動状態に基づいて前記被験者が覚醒しているか睡眠しているかを判断する覚醒睡眠判断手段と、

前記被験者が睡眠をしていると判断されたときの前記自律神経指標値に基づいて前記睡眠状態関連値を求める睡眠状態判断手段と、

を具備し、

前記日中活動取得手段は、

前記被験者の日中の活動量を計測する活動量計測手段と、

前記被験者の日中の代謝量を計測する代謝量計測手段と、

前記被験者の日中の光を浴びた量を計測する光照射量計測手段と、

前記被験者のストレスに関連するストレス値を計測するストレス状況計測手段と、

を具備することを特徴とする眠気予測装置。

【請求項3】

被験者の睡眠状態に関連した睡眠状態関連値を計測する睡眠状態計測手段と、

前記被験者の日中活動に関連した日中活動関連値を入力、又は、計測する日中活動取得手段と、

前記睡眠状態関連値と前記日中活動関連値に基づいて、前記被験者の睡眠履歴や日中活動によって蓄積されると予測される蓄積眠気度を算出する蓄積眠気度算出手段と、

を具備し、

前記睡眠状態計測手段は、

前記被験者の自律神経指標値を計測する自律神経指標値計測手段と、

前記被験者の体動状態を検出する体動検出手段と、

前記体動状態に基づいて前記被験者が覚醒しているか睡眠しているかを判断する覚醒睡眠判断手段と、

前記被験者が睡眠をしていると判断されたときの前記自律神経指標値に基づいて前記睡眠状態関連値を求める睡眠状態判断手段と、

を具備し、

前記蓄積眠気度算出手段は、

前記睡眠状態関連値である前記被験者の深睡眠時間、レム睡眠時間、レム睡眠回数、総睡眠時間と、前記日中活動関連値である前記被験者の日中の活動量、前記被験者の日中の代謝量、前記被験者の日中の光を浴びた量、前記被験者のストレス値のそれぞれの各値に重みを掛けて合計する

ことを特徴とする眠気予測装置。

【請求項4】

前記蓄積眠気度算出手段は、

前記被験者が眠気度を複数回入力するための眠気度入力手段と、

前記入力された複数回の眠気度と、前記入力、又は、計測された前記睡眠状態関連値の各値と前記日中活動関連値の各値とから前記各値の重みを最小二乗法で逆算して学習する

10

20

30

40

50

重み学習手段と、

を具備することを特徴とする請求項 3 記載の眠気予測装置。

【請求項 5】

前記蓄積眠気度、又は、前記総合的な眠気度を前記被験者のスケジュールと同時に表示する表示手段を具備する

ことを特徴とする請求項 1 記載の眠気予測装置。

【請求項 6】

被験者の睡眠状態に関連した睡眠状態関連値を計測する睡眠状態計測機能と、

前記被験者の日中活動に関連した日中活動関連値を入力、又は、計測する日中活動取得機能と、

前記睡眠状態関連値と前記日中活動関連値に基づいて、前記被験者の睡眠履歴や日中活動によって蓄積されると予測される蓄積眠気度を算出する蓄積眠気度算出機能と、

時刻によって変化する生体リズムに基づく生体リズム眠気度を算出する生体リズム眠気度算出機能と、

前記蓄積眠気度と前記生体リズム眠気度に基づき時刻に対応した総合的な眠気度を算出する総合眠気度算出機能と、

をコンピュータに実現させ、

前記睡眠状態計測機能は、

前記被験者の自律神経指標値を計測する自律神経指標値計測機能と、

前記被験者の体動状態を検出する体動検出機能と、

前記体動状態に基づいて前記被験者が覚醒しているか睡眠しているかを判断する覚醒睡眠判断機能と、

前記被験者が睡眠をしていると判断されたときの前記自律神経指標値に基づいて前記睡眠状態関連値を求める睡眠状態判断機能と、

を前記コンピュータに実現させ、

前記生体リズム眠気度は、24時間のサーカディアンリズム成分と12時間のサーカセミディアンリズム成分を正弦波の合成関数で表現したものである

ことを特徴とする眠気予測プログラム。

【請求項 7】

被験者の睡眠状態に関連した睡眠状態関連値を計測する睡眠状態計測機能と、

前記被験者の日中活動に関連した日中活動関連値を入力、又は、計測する日中活動取得機能と、

前記睡眠状態関連値と前記日中活動関連値に基づいて、前記被験者の睡眠履歴や日中活動によって蓄積されると予測される蓄積眠気度を算出する蓄積眠気度算出機能と、

をコンピュータに実現させ、

前記睡眠状態計測機能は、

前記被験者の自律神経指標値を計測する自律神経指標値計測機能と、

前記被験者の体動状態を検出する体動検出機能と、

前記体動状態に基づいて前記被験者が覚醒しているか睡眠しているかを判断する覚醒睡眠判断機能と、

前記被験者が睡眠をしていると判断されたときの前記自律神経指標値に基づいて前記睡眠状態関連値を求める睡眠状態判断機能と、

を前記コンピュータに実現させ、

前記日中活動取得機能は、

前記被験者の日中の活動量を計測する活動量計測機能と、

前記被験者の日中の代謝量を計測する代謝量計測機能と、

前記被験者の日中の光を浴びた量を計測する光照射量計測機能と、

前記被験者のストレスに関連するストレス値を計測するストレス状況計測機能と、

を前記コンピュータに実現させるための眠気予測プログラム。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

被験者の睡眠状態に関連した睡眠状態関連値を計測する睡眠状態計測機能と、
前記被験者の日中活動に関連した日中活動関連値を入力、又は、計測する日中活動取得機能と、

前記睡眠状態関連値と前記日中活動関連値に基づいて、前記被験者の睡眠履歴や日中活動によって蓄積されると予測される蓄積眠気度を算出する蓄積眠気度算出機能と、

をコンピュータに実現させ、

前記睡眠状態計測機能は、

前記被験者の自律神経指標値を計測する自律神経指標値計測機能と、

前記被験者の体動状態を検出する体動検出機能と、

前記体動状態に基づいて前記被験者が覚醒しているか睡眠しているかを判断する覚醒睡眠判断機能と、

10

前記被験者が睡眠をしていると判断されたときの前記自律神経指標値に基づいて前記睡眠状態関連値を求める睡眠状態判断機能と、

を前記コンピュータに実現させ、

前記蓄積眠気度算出機能は、

前記睡眠状態関連値である前記被験者の深睡眠時間、レム睡眠時間、レム睡眠回数、総睡眠時間と、前記日中活動関連値である前記被験者の日中の活動量、前記被験者の日中の代謝量、前記被験者の日中の光を浴びた量、前記被験者のストレス値のそれぞれの各値に重みを掛けて合計する

ことを特徴とする眠気予測プログラム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、日常生活において計測した睡眠状態の情報をもとに日中の眠気を予測しユーザに通知する眠気予測装置及びその方法に関する。

【背景技術】

【0002】

鉄道、自動車などの運転手の運転中の居眠りが問題となっており、居眠り検知による事故防止が求められている。居眠りの検知には、瞬目回数の増加をカメラを使って計測する方法、皮膚電位の変化から計測する方法、心拍変動の周波数解析による方法、ハンドルの操作の反応速度による方法、対話音声の変化による方法（特許文献3参照）などがある。

30

【0003】

一方、現在睡眠の状態の計測は、主に睡眠ポリグラフと呼ばれる検査装置を用いて行われている。睡眠ポリグラフは脳波、眼球運動、筋電、心電などの生体信号を同時に測定する装置である。これらの生体信号の変化のパターンから睡眠状態としての睡眠深度（1～4）、レム睡眠などの判断を目視、あるいは自動解析にて行う。装置が大掛かりであり、また高価で、基本的には睡眠障害を専門にする病院にて使用されるのみである。

【0004】

上記の睡眠状態の判断は睡眠中の脳活動の変化による脳波の変化を中心に捉えている。ノンレム睡眠中は脳の休息を行い、レム睡眠中には記憶を整理している、と言われてい

40

る。このような活動状態により脳波、眼球運動などが変化する。これを捉えることで睡眠状態を確認している。

【0005】

一方で睡眠中は自律神経系も睡眠状態に合わせて変動することが知られている。脳の活動の変化に対応する形で自律神経系も変化する。また体の休息のためになるべく効率のよい呼吸、拍動などの自律活動が行われる。このような変化を捉えることで睡眠の状態を捉えることができると言われてい

る。自律神経活動は心電、脈波などから比較的簡便に計測することができ、これにより手軽に日常生活においても睡眠状態を確認できる。特許文献1などでは自律神経活動でも特に心拍変動の周波数成分に基づく睡眠状態推定が行われている。また特許文献2では、心拍と体動とを組み合わせて睡眠状態として覚醒、レム睡眠

50

、ノンレム睡眠、中途覚醒を判別している。

【特許文献1】特開2002-291710公報

【特許文献2】特開2002-34955公報

【特許文献3】特開2001-14599公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記のように居眠りの検知は、眠気に起因する生理現象のみに注目して検知する技術が開発されてきた。しかし、これらの方法では眠くなった状態を計測するため、検知ができたとしてもすでに運転には危険な状態となっていることが予想される。

10

【0007】

本来であれば眠くなる前に将来の眠気の発生を通知して運転など行動を変更する必要がある、従来の方法ではこれが困難であった。

【0008】

眠気は本来、前日の眠りの質に起因する 경우가多く、かつ、眠気を催す時間帯が昼食後であることは自明であるため、前夜及び前々夜の睡眠状態と時刻から眠気を予測するのが的確であると見込まれる。

【0009】

また、従来睡眠計測方法で得られた結果はあくまでも睡眠の深さ、質の違い(ノンレム睡眠かレム睡眠)を計測するものであり、例えば起床時に、それまでの睡眠が結果的に十分な睡眠であったかを判断することが困難であった。そのためには過去の睡眠や日中活動などが影響しこれらの蓄積された影響を考慮する必要がある。

20

【0010】

そこで、本発明は、手軽な構成で日常生活における睡眠を予測できる眠気予測装置及びその方法に関する。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、被験者の睡眠状態に関連した睡眠状態関連値を計測する睡眠状態計測手段と、前記被験者の日中活動に関連した日中活動関連値を入力、又は、計測する日中活動取得手段と、前記睡眠状態関連値と前記日中活動関連値に基づいて、前記被験者の睡眠履歴や日中活動によって蓄積されると予測される蓄積眠気度を算出する蓄積眠気度算出手段と、時刻によって変化する生体リズムに基づく生体リズム眠気度を算出する生体リズム眠気度算出手段と、前記蓄積眠気度と前記生体リズム眠気度に基づき時刻に対応した総合的な眠気度を算出する総合眠気度算出手段と、を具備し、前記睡眠状態計測手段は、前記被験者の自律神経指標値を計測する自律神経指標値計測手段と、前記被験者の体動状態を検出する体動検出手段と、前記体動状態に基づいて前記被験者が覚醒しているか睡眠しているかを判断する覚醒睡眠判断手段と、前記被験者が睡眠をしていると判断されたときの前記自律神経指標値に基づいて前記睡眠状態関連値を求める睡眠状態判断手段と、を具備し、前記生体リズム眠気度は、24時間のサーカディアンリズム成分と12時間のサーカセミディアンリズム成分を正弦波の合成関数で表現したものであることを特徴とする眠気予測装置である。また、本発明は、被験者の睡眠状態に関連した睡眠状態関連値を計測する睡眠状態計測手段と、前記被験者の日中活動に関連した日中活動関連値を入力、又は、計測する日中活動取得手段と、前記睡眠状態関連値と前記日中活動関連値に基づいて、前記被験者の睡眠履歴や日中活動によって蓄積されると予測される蓄積眠気度を算出する蓄積眠気度算出手段と、を具備し、前記睡眠状態計測手段は、前記被験者の自律神経指標値を計測する自律神経指標値計測手段と、前記被験者の体動状態を検出する体動検出手段と、前記体動状態に基づいて前記被験者が覚醒しているか睡眠しているかを判断する覚醒睡眠判断手段と、前記被験者が睡眠をしていると判断されたときの前記自律神経指標値に基づいて前記睡眠状態関連値を求める睡眠状態判断手段と、を具備し、前記日中活動取得手段は、前記被験者の日中の活動量を計測する活動量計測手段と、前記被験者の日中の代謝量を計

30

40

50

測する代謝量計測手段と、前記被験者の日中の光を浴びた量を計測する光照射量計測手段と、前記被験者のストレスに関連するストレス値を計測するストレス状況計測手段と、を具備することを特徴とする眠気予測装置である。さらに、本発明は、被験者の睡眠状態に関連した睡眠状態関連値を計測する睡眠状態計測手段と、前記被験者の日中活動に関連した日中活動関連値を入力、又は、計測する日中活動取得手段と、前記睡眠状態関連値と前記日中活動関連値に基づいて、前記被験者の睡眠履歴や日中活動によって蓄積されると予測される蓄積眠気度を算出する蓄積眠気度算出手段と、を具備し、前記睡眠状態計測手段は、前記被験者の自律神経指標値を計測する自律神経指標値計測手段と、前記被験者の体動状態を検出する体動検出手段と、前記体動状態に基づいて前記被験者が覚醒しているか睡眠しているかを判断する覚醒睡眠判断手段と、前記被験者が睡眠をしていると判断されたときの前記自律神経指標値に基づいて前記睡眠状態関連値を求める睡眠状態判断手段と、を具備し、前記蓄積眠気度算出手段は、前記睡眠状態関連値である前記被験者の深睡眠時間、レム睡眠時間、レム睡眠回数、総睡眠時間と、前記日中活動関連値である前記被験者の日中の活動量、前記被験者の日中の代謝量、前記被験者の日中の光を浴びた量、前記被験者のストレス値のそれぞれの各値に重みを掛けて合計することを特徴とする眠気予測装置である。

10

【発明の効果】

【0012】

本発明は、これまでの睡眠履歴と日中活動をもとに、蓄積された眠気度が把握でき、さらに確度の高い眠気予測を行なうことが可能となる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の一実施形態の眠気予測装置10を図面に基づいて説明する。

(1) 眠気予測装置10の構成

図1は、本実施形態に係わる眠気予測装置10のハードウェアの構成例を示すブロック図である。ここでは図2に示すように腕時計タイプを例に説明する。

【0014】

眠気予測装置10は、指先に装着するセンサヘッド14と、腕時計タイプの本体12とから構成される。

30

【0015】

センサヘッド14には青色LEDとフォトダイオード有する脈波センサ16を内蔵する。本体12には加速度センサ18を内蔵する。加速度センサ18としては、例えば3軸タイプで-2G~2Gを測定できる。

【0016】

脈波センサ16の青色LEDから指の皮膚表面に照射し、毛細血管内の血流変化により変化する反射波の変動をフォトダイオードで捉えることで脈波を計測する。

【0017】

フォトダイオードからの出力電流は本体12の電流電圧変換部20にて電圧に変換後、アンプ22で増幅し大きな基線変動を抑えるためのハイパスフィルタ(例えば、カットオフ周波数が0.1Hzである)と高周波ノイズカットのためのローパスフィルタ(カットオフ周波数が50Hzである)とからなるフィルタ24を施した後、10bitのA/D変換器26にてA/D変換され、そのデータをCPU28に入力する。

40

【0018】

また、加速度センサ18のアナログ出力のゲインとオフセットをゲイン・オフセット調整回路30にて調整後、上記と同様に10bitのA/D変換器にてA/D変換後、CPU28に入力する。

【0019】

CPU28では、以降述べる各信号処理をDSP32を利用しつつ行い、処理結果としての睡眠状態、睡眠異常を表示部34にて表示する。また、CPU28は時刻を計測する

50

時計機能も有している。

【 0 0 2 0 】

A / D 変換後の生データ、及び、処理後の睡眠状態などのデータは蓄積部 3 6 に記録、蓄積される。蓄積部 3 6 は、例えば内蔵型フラッシュメモリを用いるが、代わりにフラッシュメモリカードのような外部メモリのスロットを内蔵し、外部メモリーに蓄積してもよい。

【 0 0 2 1 】

また、眠気予測装置 1 0 の操作のための入力部 3 8 と、バッテリー 4 0、外部との通信を行う Bluetooth モジュール 4 2 も内蔵されている。

【 0 0 2 2 】

(2) 眠気予測装置 1 0 の動作手順

眠気予測装置 1 0 において、睡眠履歴、日中活動を計測して眠気の予測までの手順を説明する。

【 0 0 2 3 】

(2 - 1) 睡眠状態の計測

はじめに睡眠状態の計測を行う。

【 0 0 2 4 】

まず、覚醒 / 睡眠の判断後、睡眠状態 (レム、ノンレム [深 / 浅]) を判断する。ここでは脈波から自律神経活動を取得し、それを元に睡眠状態を判断する。

【 0 0 2 5 】

(2 - 1 - 1) 覚醒 / 睡眠の判断

加速度データから体動量の取得を行い覚醒 / 睡眠の判断を行う。図 4 に体動、覚醒判断の具体的なフローチャートを示す。

【 0 0 2 6 】

計測した 3 軸の加速度データの変動量としてそれぞれの時間微分を行う。時間微分データの二乗和の平方根を取得し、変動のスカラー量を求める。この値が予め設定した閾値と比較し、これを超えたときに体動と判断する。

【 0 0 2 7 】

次に、体動について、さらに過去に遡り設定した頻度の閾値以上で発生している場合、その区間覚醒していたと判断する。閾値を超えない場合はその区間は睡眠していたと判断する。

【 0 0 2 8 】

(2 - 1 - 2) 自律神経指標値の取得

図 5 に脈波からの自律神経指標値の取得処理の流れを示す。

【 0 0 2 9 】

脈波は、フィルタ 2 4 の処理、A / D 変換後、CPU 2 8 に取り込まれ、CPU 2 8 は波形の前処理と脈拍間隔の検出を行う。

【 0 0 3 0 】

波形の前処理としては、体動などにロバストにするための信号処理を行う。はじめに波形の時間微分を取得し直流成分の揺れを除去する。その後に動的な閾値取得処理を行う。動的な閾値取得処理では、処理ポイントを中心とした前後約 1 秒の脈波データの最大値、最小値を取得する。ここでは前後 1 秒としたが、これは直前に求めた脈拍の間隔時間に置き換えてもよい。

【 0 0 3 1 】

次に脈拍間隔の取得処理を行う。前記の動的な閾値取得処理にて得られた閾値と、現在と前回のサンプリングデータを比較し閾値をまたいで増加した場合 (すなわち前回のサンプリングデータが閾値より小さく、今回が大きい)、脈拍間隔の取得を行う。脈拍間隔は、前に同様に閾値を超えたときの時刻と、今回の時刻の差分から取得する。閾値を超えた時刻は、越えたときの今回の時刻、あるいは前回の時刻を用いる。体動の影響を低減した脈拍間隔データを取得後、これらの一定区間 (例えば 1 分間) のデータセットを作成する

10

20

30

40

50

。データセットが完成したら、周波数解析を行い自律神経指標値 L F , H F を取得する。

【 0 0 3 2 】

本データセットは、脈拍間隔の不等間隔データであるため、周波数解析のためには等間隔データを生成するための補間処理が必要となる。不等間隔の脈拍間隔データを補間、再サンプリングし、等間隔データを生成する。例えば3次スプライン補間法を用いて、所定点数（例えば前後それぞれに3点ずつ）を用いてその間の等間隔データを生成する。

【 0 0 3 3 】

等間隔データが生成されたら、これを例えばFFT法を用いて周波数解析する。周波数解析法は、ARモデル、最大エントロピー法、ウェーブレットなどどれを用いてもよいがデバイス上でのリアルタイム処理を考えるとここでは処理の軽いFFT法を用いている。

10

【 0 0 3 4 】

周波数解析の結果、例えば図6のようにLF, HFに対応する2つのピークが見られる。それぞれの周波数範囲の最大点を中心とした設定範囲の平均をLF, HFそれぞれのパワーとする。

【 0 0 3 5 】

(2 - 2) 睡眠状態関連値

加速度センサ18の値、LF、HFの値、及び、ばらつきの度合いから睡眠状態関連値を算出する。睡眠状態関連値は、深睡眠時間、レム睡眠時間、レム睡眠回数、総睡眠時間である。

【 0 0 3 6 】

20

まず、加速度センサ18の値を用いて覚醒か睡眠かを判断する。

【 0 0 3 7 】

次に、HFが閾値1以上で、LF/HFが閾値2以下である場合はノンレムの深睡眠と判断する。逆に、HFが閾値3以下で、LF/HFが閾値4以上で、さらにLF/HFの所定時間内の標準偏差が閾値5以上である場合にはレム睡眠と判断する。

【 0 0 3 8 】

このように判断された睡眠状態に基づき関する深睡眠時間、レム睡眠時間、レム睡眠回数、総睡眠時間を算出して、蓄積部36に毎晩蓄積する。

【 0 0 3 9 】

深睡眠時間は就寝から起床の間に発生した深睡眠の合計時間、レム睡眠時間は同様に就寝から起床の間のレム睡眠の合計時間、レム睡眠回数は就寝から起床の間のレム睡眠の回数、総睡眠時間は就寝から起床までの時間である。

30

【 0 0 4 0 】

(2 - 3) 日中活動関連値

次に、日中活動に関連した日中活動関連値の入力を行う。日中活動関連値としては、日中の活動量/代謝量、光を浴びた量、ストレス値を対象とする。なお、「日中」とは、被験者の睡眠時間以外の時間をいう。

【 0 0 4 1 】

(2 - 3 - 1) 日中活動関連値の入力

日中活動関連値の入力の場合はそれぞれの項目を選択式、あるいは記入式で入力することができる。図12に選択入力の入力例を示す。

40

【 0 0 4 2 】

図12のようにそれぞれのパラメータのアナログスケールを表示し、その両脇にある左右キーでそれぞれの主観的な値を入力する。このときそれぞれの最大値は自分のこれまでの最大値として考えてそれに対する相対値で入力する。

【 0 0 4 3 】

(2 - 3 - 2) スケジュールとのリンク

また、日中活動関連値をスケジュールのデータとリンクさせて、スケジュールデータを元に判断することもできる。

【 0 0 4 4 】

50

スケジュールデータは図13のように、時刻スケールを入力したい時間帯を範囲指定すると、それに対応するスケジュールイベントを選択入力できるポップアップウィンドウが開く。それにより入力が可能である。もしくはBluetooth, USBなどPCとの通信部(例えば、Bluetoothモジュール42)を内蔵し、これを介してPCのスケジュールソフトのデータをセンサに転送してもよい。

【0045】

イベントに対応した各パラメータの標準的な値を図7のようにテーブルに予め設定しておき、前記のように入力されたスケジュールイベントに対応して上記各パラメータを検索取得し、決定する。

【0046】

(2-3-3) 日中活動関連値の計測

日中活動関連値を計測する方法もある。計測する場合の眠気予測装置10は、図8のような構成となり、図1の構成に対して照度センサ44が追加される。

【0047】

「日中の活動量」は、加速度により取得する。前に述べたように得られた3軸の加速度より変動のスカラー量の1日の積分値を活動量とする。

【0048】

「代謝量」は、脈拍の積分値とする。

【0049】

「光を浴びた量」は、照度センサ44で得られた照度の積分値とする。

【0050】

「ストレス値」は、前に述べた自律神経指標値LF, HFを日中も連続して計測し、LF/HFの積分値をストレス値とする。HFの積分値をリラクセス度として取得してもよい。

【0051】

(3) 蓄積眠気度Sの計算

深睡眠時間をD、レム睡眠時間をR、レム睡眠回数をRT、総睡眠時間STとして、日中の活動量をA、代謝量をM、光を浴びた量をL、ストレス値をMSとする。これら全ての重み付け加算により、下記のような式で蓄積眠気度Sを算出する。ここでSは当日の蓄積眠気度、SOは前日の蓄積眠気度、Cは定数(オフセット)を示す。なお、蓄積眠気度とは、被験者の睡眠履歴や日中活動によって解消、蓄積されると予測される眠気の度合いである。ここで、眠気とは人が感じている主観的な眠気度合いを、最も眠い状態を100%としたときの割合(パーセント)と定義する。

【0052】

$$S = A1 * A + A2 * M + A3 * L + A4 * MS + C - (b1 * D + b2 * R + b3 * RT + b4 * ST) + SO$$

(4) 重みの学習

定数であるA1, A2, A3, A4, b1, b2, b3, b4, Cは年齢、性別毎の標準的な値を設定するか、学習期間のデータで学習させる。

【0053】

学習期間の間は眠気度Sを、0~100%の間の数値を昼間随時入力し、前回眠気度が入力されてからそれまでのA, L, MSを集計する。

【0054】

また、起床時にも眠気度Sを入力し、同時にD, R, RT, STを集計する。これを繰り返し得られたデータから最小二乗法にてそれぞれのパラメータを算定する。

【0055】

なお、深睡眠割合をD/ST, レム睡眠割合をR/ST, 平均周期をST/RTとして、これをパラメータとして加えても良い。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

$$S = A_1 * A + A_2 * M + A_3 * L + A_4 * MS + C \\ - (b_1 * D + b_2 * R + b_3 * RT + b_4 * ST + b_5 * D / ST + b_6 \\ * R / ST + b_7 * ST / RT) + S_0$$

学習期間の終了後は計測データを元に上記式にて、それまで蓄積した蓄積眠気度を算出することができる。

【 0 0 5 7 】

(5) 生体リズム眠気度 K

10

眠気は上記のような蓄積と解消の変動だけでなく、時刻と関連した生体リズムによっても変動することが知られており、2プロセスモデルが提唱されている。上記の蓄積と解消の変動はプロセスSとして説明され、また時刻によって変動する成分はプロセスCとして、図9のように表現される。よって、眠気度は、蓄積と解消による変動による蓄積眠気度Sと、時間変動による生体リズム眠気度Kの組み合わせで表現できる。

【 0 0 5 8 】

生体リズム眠気度Kは、眠気の出やすさについて、予め標準的な眠気度合いの時系列データをテーブルで用意する。Kは時刻tに対応する眠気度合いを検出するため、関数として以下のように表現する。この関数は入力された時刻tに対応する生体リズム眠気度Kをテーブルから検索し表示する。テーブルに含まれていない時刻が入力された場合、その前後データで補間して表示する。

20

【 0 0 5 9 】

$$K = k(t)$$

あるいは、生体リズム眠気度Kは、24時間のサーカディアンリズム成分と12時間のサーカセミアンリズム成分を正弦波の合成関数で表現する。ここでtは時刻の時間表示、K1、K2はサーカディアンリズム、サーカセミアンリズムそれぞれの成分の重み係数、 ϕ_1 、 ϕ_2 はそれぞれの正弦波の位相である。K1、K2、 ϕ_1 、 ϕ_2 は標準的な係数を設定するか、被験者毎に上記と同様に学習期間内に日中の眠気度の変化から学習する。

30

【 0 0 6 0 】

$$K = K_1 * \sin(2\pi t / 24 + \phi_1) + K_2 * \sin(2\pi t / 12 + \phi_2)$$

総合的な眠気度Dは蓄積眠気度S，生体リズム眠気度Kのそれぞれの度合いの平均として

$$D = (S + K) / 2 = (S + k(t)) / 2$$

40

と表される。

【 0 0 6 1 】

あるいはそれぞれの度合いの掛け算として

$$D = S * K = S * k(t)$$

と表してもよい。

【 0 0 6 2 】

(6) 総合的な眠気度の利用方法

次に総合的な眠気度の利用方法を説明する。

50

【 0 0 6 3 】

(6 - 1) 第 1 の 利 用 方 法

第 1 の 利 用 方 法 と し て は、 起 床 時 な ど、 現 時 点 で の 眠 気 度 (睡 眠 の 過 不 足) を チェックする利用法がある。

【 0 0 6 4 】

例えば、画面上に配置された「眠気チェック」ボタンを選択すると、上記の式に従い、それまでに計測したパラメータを用いて蓄積眠気度を算出し、就寝前までの蓄積眠気度と合わせて表示することで昨晚の睡眠状態や睡眠の過不足を表示する。

【 0 0 6 5 】

(6 - 2) 第 2 の 利 用 方 法

第 2 の 利 用 方 法 と し て は、 上 記 の よ う に 現 時 点 の 眠 気 を 予 測 す る 以 外 に 将 来 の 眠 気 を 予 測 する 場 合 も 有 る。 例 え ば、 自 動 車 運 転 前 に 将 来 の 運 転 中 の 眠 気 を 予 測 す る、 も し く は、 出 勤 前 に 将 来 の 勤 務 中 の 眠 気 を 予 測 す る な ど で あ る。

【 0 0 6 6 】

まず、該当するイベント、あるいは時刻を選択入力する。時刻が入力された場合はそれに対応するイベントを検出する。

【 0 0 6 7 】

次に、現時点から所定のイベントまでの生活状況を入力するか、スケジューラから取得する。生活状況それぞれについて、類似の生活状況を取得し、類似の生活状況の時の入力 / 計測データから日中の活動量 / 代謝量 (加速度 / 脈拍)、光を浴びた量 (照度)、スト
レス値 (自律神経バランスの積分) を取得して算出する。または、図 7 のような標準的な
値のテーブルから生活状況を検索して各データを取得する。

【 0 0 6 8 】

これを元に各パラメータの値を式に代入して時刻を追って算出することで眠気を図 1 0
のように予測することができる。

【 0 0 6 9 】

例えば、スケジューラと連動してイベント前にそのイベント中の予想された眠気度をアラームとともに図 1 1 のように表示する。

【 0 0 7 0 】

(6 - 3) 第 3 の 利 用 方 法

第 3 の 利 用 方 法 と し て は、 目 覚 ま し の 制 御 に 用 い る こ と も で き る。

【 0 0 7 1 】

休日に最適な睡眠時間を提供するために、設定された目覚まし時刻の時点で推定する眠気度が設定した閾値を超えていた場合は目覚ましを駆動する。

【 0 0 7 2 】

超えない場合 (寝たりない場合) は所定時間 / 次の睡眠サイクルまで目覚ましを延長する。

【 0 0 7 3 】

また、目覚まし設定はせず、眠気度が設定した閾値を超えたときに目覚ましが駆動するようにして、寝すぎを防止する。

【 0 0 7 4 】

(変 更 例)

本発明は上記各実施形態に限らず、その主旨を逸脱しない限り種々に変更することができる。

【 0 0 7 5 】

例えば、本実施形態では図 2 のように脈波センサ 1 6 を指先に装着するヘッドタイプとしたが、これは手の平に絆創膏で装着するか、もしくは赤外や赤色の LED を用いて本体 1 2 に一体化し、図 3 のように手首の動脈上に装着するような形態でもかまわない。

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 0 0 7 6 】

10

20

30

40

50

【図 1】本発明の一実施形態を示す眠気予測装置の構成図である。

【図 2】同じく眠気予測装置の斜視図である。

【図 3】眠気予測装置の他の構成の斜視図である。

【図 4】睡眠履歴のフローチャートである。

【図 5】自律神経指標値の取得のフローチャートである。

【図 6】周波数解析の結果を示す図である。

【図 7】イベントに対応した各パラメータのテーブルの斜視図である。

【図 8】照度センサを追加した眠気予測装置の構成図である。

【図 9】2プロセスモデルの説明図である。

【図 10】イベント中の予想された眠気度のテーブルの図である。

10

【図 11】眠気度のアラームの例を示す図である。

【図 12】日中活動の入力を示す図である。

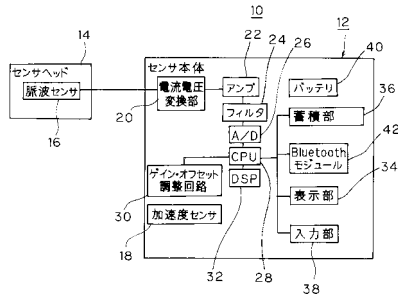
【図 13】スケジュールデータを示す図である。

【符号の説明】

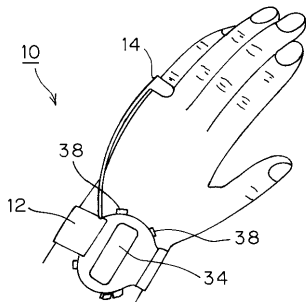
【0077】

10	眠気予測装置	
12	本体	
14	センサヘッド	
16	脈波センサ	
18	加速度センサ	20
20	電流電圧変換部	
22	アンプ	
24	フィルタ	
26	A / D 変換器	
28	C P U	
30	ゲイン、オフセット調整回路	
32	D S P	
34	表示部	
36	蓄積部	
38	入力部	30
40	バッテリー	

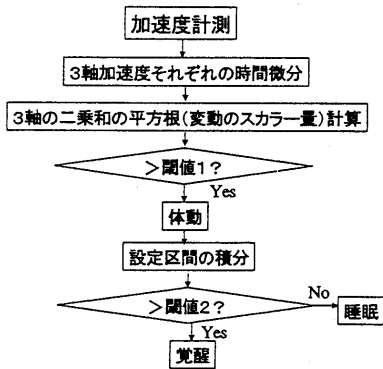
【図1】



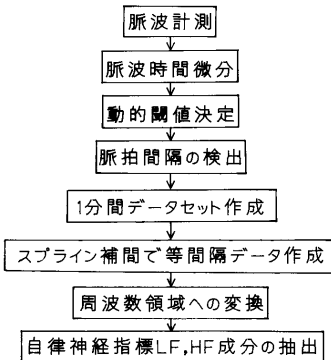
【図2】



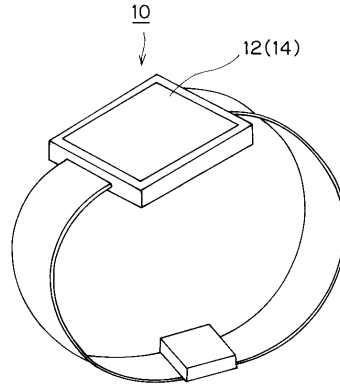
【図4】



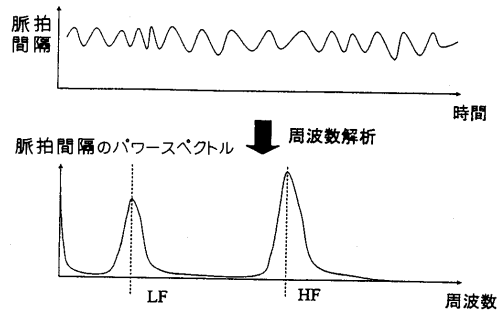
【図5】



【図3】



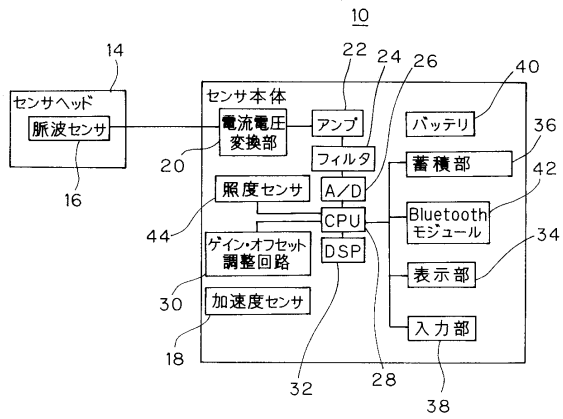
【図6】



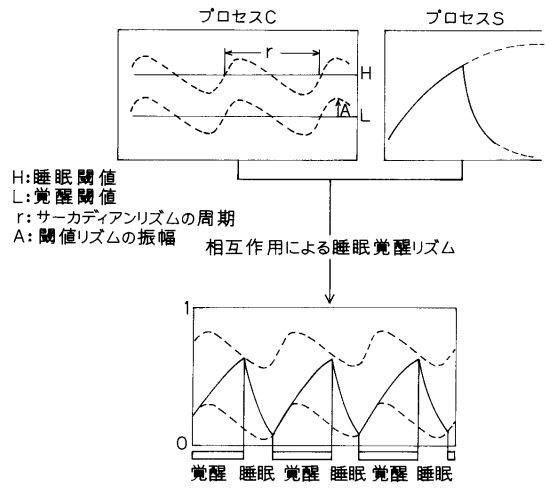
【図7】

	活動量	代謝量	光を浴びた量	ストレス	リラックス
朝食	0.3	0.4	0.1	0.1	0.9
通勤	0.8	0.8	0.9	0.4	0.6
会議	0.5	0.2	0.3	0.4	0.6
昼食	0.3	0.4	0.1	0.1	0.9
外出	0.8	0.8	0.9	0.6	0.4
プレゼン	0.5	0.5	0.3	0.9	0.1

【図8】



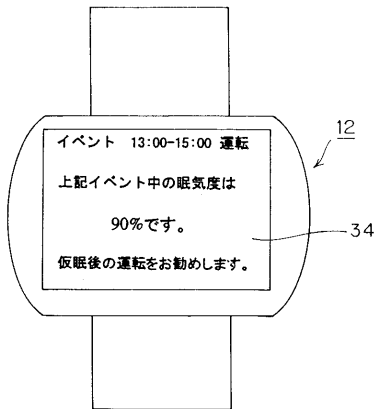
【図9】



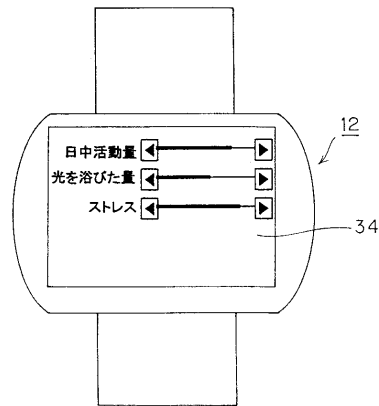
【図10】


時刻	イベント	眠気度
10:00	会議	0.7
13:00	運転	0.9
15:00	デスクワーク	0.6

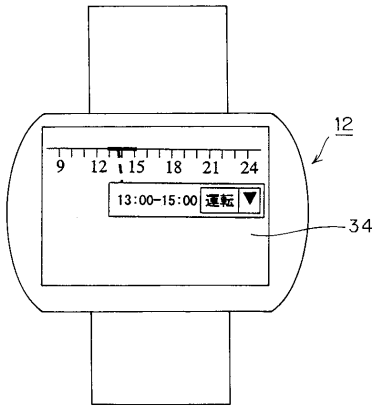
【図11】



【図12】



【 13】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 琢治

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内

(72)発明者 亀山 研一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内

審査官 門田 宏

(56)参考文献 米国特許第05433223 (US, A)

特開2002-034955 (JP, A)

特表2002-529120 (JP, A)

特表2005-506601 (JP, A)

国際公開第2005/018737 (WO, A1)

米国特許出願公開第2003/0013943 (US, A1)

特開平04-367653 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/00