

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4754447号
(P4754447)

(45) 発行日 平成23年8月24日(2011.8.24)

(24) 登録日 平成23年6月3日(2011.6.3)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 5/00 (2006.01)

A 6 1 B 5/00 G

A 6 1 B 5/11 (2006.01)

A 6 1 B 5/10 3 1 O A

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2006-248931 (P2006-248931)
(22) 出願日 平成18年9月14日(2006.9.14)
(65) 公開番号 特開2008-67892 (P2008-67892A)
(43) 公開日 平成20年3月27日(2008.3.27)
審査請求日 平成20年8月6日(2008.8.6)

(73) 特許権者 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町2番22号
(74) 代理人 100124774
弁理士 馬場 信幸
(74) 代理人 100112335
弁理士 藤本 英介
(74) 代理人 100101144
弁理士 神田 正義
(74) 代理人 100101694
弁理士 宮尾 明茂
(72) 発明者 曾根 基樹
大阪府大阪市阿倍野区長池町2番22号
シャープ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生体解析装置及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被験者の生体情報を時系列に取得する生体情報取得手段と、

前記生体情報取得手段により、時系列に取得された生体情報を解析する生体解析手段と、

、
前記生体解析手段により解析された結果に基づいて、被験者の状態を評価する評価手段と、

を備えた生体解析装置において、

前記生体解析手段は、前記生体情報取得手段により取得された時系列のデータを、生体の時系列データにおいて、該データ内のある時刻 τ 以前と τ 以降に分割し、各 τ において、 τ 以前のデータと τ 以降のデータの統計的な違いを算出し、違いが最大となる時刻で該データを分割して生体情報を解析する時間分割解析手段を有し、

前記評価手段は、前記時間分割解析手段により分割されたそれぞれの時間に応じて、生体情報の時系列データを評価する手段であることを特徴とする生体解析装置。

【請求項 2】

前記生体情報は、体動の活動度、又は心拍であることを特徴とする請求項 1 記載の生体解析装置。

【請求項 3】

被験者の行動又は心理状態を入力する入力手段を更に備え、

前記入力手段により入力された被験者の行動又は心理状態と、前記評価手段により評価

10

20

された評価とを対応づけて記憶することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の生体解析装置。

【請求項 4】

前記統計的手法として、 t 検定を用いることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の生体解析装置。

【請求項 5】

前記統計的手法として、 χ^2 検定を用いることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の生体解析装置。

【請求項 6】

コンピュータに、

被験者の生体情報を時系列に取得する生体情報取得機能と、

前記生体情報取得機能により、時系列に取得された生体情報を解析する生体解析機能と、

前記生体解析機能により解析された結果に基づいて、被験者の状態を評価する評価機能と、

を実現させるプログラムであって、

前記生体解析機能は、前記生体情報取得機能により取得された時系列のデータを、生体の時系列データにおいて、該データ内のある時刻 τ 以前と τ 以降に分割し、各 τ において、 τ 以前のデータと τ 以降のデータの統計的な違いを算出し、違いが最大となる時刻で該データを分割して生体情報を解析する時間分割解析機能を有し、

前記評価機能は、前記時間分割解析機能により分割されたそれぞれの時間に応じて、生体情報の時系列データを評価する機能を実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体情報、特に体動や心・拍や脳波などの時系列データを解析する生体解析装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、体の動き（体動）や心拍などを含む生体情報の時系列データを評価することにより、その患者を診断したり、あるいは健康管理を行ったりする方法がよく知られている。

【0003】

体動を例にとると、例えば手首の動きを加速度センサを用いて測定することにより、睡眠や覚醒のレベルが推定できる。健康であれば、睡眠中は手首の体動は殆ど無く、覚醒中はたとえ安静にしているとしても一定以上の体動が見られる。しかし、睡眠時無呼吸症候群などの睡眠障害を持つ患者は、睡眠中であるにもかかわらず体動が見られることがある。また、うつ病や慢性疲労症候群などの精神的な疾患を抱える患者は、覚醒中であるにもかかわらず非常に低い体動が観測される場合があり、健常者とは異なった体動の変化が見られることがある。

【0004】

また、手首ではなく、腰部に加速度センサを取り付けることにより、運動量を見積もることができる。覚醒中でも安静時には腰部が動くことはほとんどないが、歩行などの運動を行うと、腰部も動く。腰部と手首の両方に加速度センサを取り付け、覚醒中であつ安静時の時間を検出し、その時間に血圧を測定することで日常安静時の血圧を採取するといった提案などもなされている。

【0005】

具体的に、手首などに装着された加速度センサの出力値を図に示す。図 11 (a) は被験者の体動に関するデータとして活動度の値を時系列で表したものである。ここで、活動度 (Zero Crossing Data) とは、得られた加速度に対して、単位時間

10

20

30

40

50

当たりに閾値を横切ったときの回数である。例えば、「10秒間」に「20回」この閾値を横切れば活動度は「20」である。活動度を求めることにより、被験者の動きを取得することができ、値が大きいほど被験者の動きが激しかったことを示す。

【0006】

また、図11(a)の場合、実線401が活動度を示しており、破線402が閾値を表している。図11(a)においては、閾値を「4」回横切っており、活動度は「4」である。一般に、手首から検出される活動度は、歩行時や何らかの運動をする場合は、「50」前後の値が検出され、安静時や睡眠中などはほとんど「0」となる。

【0007】

また、被験者の心拍を示したのが図10(b)である。図10(b)は、心臓が3回拍動したときの心拍の波形を示している。一般に、一回の拍動につき、上に向くピークが3つと下に向くピークが2つ見られる。これらのピークは順にP、Q、R、S、Tと名づけられており、最も顕著なピークRと次のピークRまでの間隔を「rr - interval」と呼んでいる。厳密には、測定方法の違いや患者の体調の違いにより、これらのピークのすべてが見られなかったり、逆にほかにピークが現れたりすることがある。

10

【0008】

通常、人のrr - intervalは1秒程度で、運動をすると小さくなり、安静時や睡眠時は大きくなる。運動をしていなくても、rr - intervalが小さくなったり、極端に不安定に変動したり、あるいは極端に一定の値を出し続けている場合、心臓に疾患を持っている可能性がある。

20

【0009】

また、「220」から自分の年齢を差し引いた心拍数が、その人がもつ最高心拍数（推定最高心拍数）といわれ、運動時にはその数値の70%程度を維持するのが良いといわれている。例えば、40歳の人であれば、運動時は、 $(220 - 40) \times 0.7 = 126$ となり、120～130を維持するのが良い。また、日常の心拍変動を数日に渡って測定し、その心拍変動をフラクタル解析することにより、患者の自律神経が正しく機能しているかどうかを診断する手法などが、近年注目されている。

【0010】

そして、これらの生体情報に関するデータは、日常の活動状況や精神状態、身体的又は精神的疾患の症状に応じて、常に変動する。

30

【0011】

こういった体動の変化から異常を発見する事は従来から注目されており、たとえば心拍から運転者の異常を検知する装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。また、平常値から異常値の閾値を算出し、高い精度で身体症状の異常を発見するような装置も知られている（例えば、特許文献2参照）。

【特許文献1】特許第2671394号公報

【特許文献2】特開2005 - 124718号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0012】

被験者の生体情報は常に変動するが、活動状況によっては異常と判断される場合もあれば、正常と判断される場合もある。例えば、緊張しているときや運動時に心拍数「140」となっても、それは精神的变化又は肉体的活動の変化が原因であるため、正常の範囲といえるが、安静時や睡眠時に心拍数「140」となった場合は、心臓に疾患がある可能性が高い。

【0013】

また、安静時や軽い運動時に限った心拍や活動度のデータを評価することで、症状を評価する場合があるが、従来は実験室などの特定の管理された環境の中で生活したり、測定者の前で無理に安静な状態等を作ったりすることで、これらのデータを取得するしかなか

50

った。しかし、実験室でデータを取得する場合、被験者を長時間拘束する必要があり手間やコストがかかるといった問題点が生じていた。

【0014】

また、実験室でデータを取得したり測定者の前でデータを取得したりすると、被験者によっては普段より緊張したり、逆に意識して落ち着いた状態を作ったりすることがあり、必ずしもデータが正しく取れないといったことがあった。

【0015】

また、日常の特定行動をしたときや特定の場所にいたときに、症状が現れることがある場合には、実験室などの管理された環境でデータを取ることはできなかった。

【0016】

以上の課題を解決するために、本発明は、生体情報を時系列で取得し、時系列で取得された生体情報を統計的手法を用いて時間で分割することにより、生体情報を正しく評価することが出来る生体解析装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0017】

上述した課題を解決するために、本発明の生体解析装置は、被験者の生体情報を時系列に取得する生体情報取得手段と、前記生体情報取得手段により、時系列に取得された生体情報を解析する生体解析手段と、前記生体解析手段により解析された結果に基づいて、被験者の状態を評価する評価手段と、を備えた生体解析装置において、前記生体解析手段は、前記生体情報取得手段により取得された時系列のデータを、生体の時系列データにおいて、該データ内のある時刻 τ 以前と τ 以降に分割し、各 τ において、 τ 以前のデータと τ 以降のデータの統計的な違いを算出し、違いが最大となる時刻で該データを分割して生体情報を解析する時間分割解析手段を有し、前記評価手段は、前記時間分割解析手段により分割されたそれぞれの時間に応じて、生体情報の時系列データを評価する手段であることを特徴とする。

【0018】

また、本発明の生体解析装置において、前記生体情報は、体動の活動度、又は心拍であることを特徴とする。

【0020】

また、本発明の生体解析装置において、被験者の行動又は心理状態を入力する入力手段を更に備え、前記入力手段により入力された被験者の行動又は心理状態と、前記評価手段により評価された評価とを対応づけて記憶することを特徴とする。

【0021】

また、本発明の生体解析装置は、前記統計的手法として、 t 検定を用いることを特徴とする。

【0022】

また、本発明の生体解析装置は、前記統計的手法として、 χ^2 検定を用いることを特徴とする。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、時系列に取得された被験者の生体情報を統計的手法を用いて時間を分割して解析し、それぞれの時間に応じて、生体情報の時系列データを評価することができる。そして、評価された内容に基づいて、生体解析装置の利用者は、被験者の症状が悪化したときの状況を知り、解析することができ、治療や診断を行うことができる。具体的な効果は以下のとおりである。

【0024】

まず、生体の時系列データを統計的手法を用いることで、比較的容易で明確な計算手法を用いて分割することが出来ることとなる。特に、心拍や活動度や脳波を用いて分割されていることで、そのときの行動や精神的状態と相関を持たせて、利用者は診断することが出来るようになる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

さらに、適当な時間に分割し、その時刻以前と以降の時系列データを統計的手法を用いて比較し、違いが最大となる時間を割り出すことで、さらに明確に時系列データを分割することが出来るようになる。

【 0 0 2 6 】

また、分割した時間をさらに同じ手法を用いて分割することで、細かく行動の変化した時点を割り出すことが出来るようになった。分割した時刻を開始時刻として、特定の時間内で分割し、その分割した時刻を開始時刻にして同様の操作を繰り返すことにより、長時間の行動の変化でも細かく行動の変化した時点を割り出すことが出来る。

【 0 0 2 7 】

また、分割した時刻以前の時間、分割した以降の時間を、同じ手法で分割し、同様の操作を繰り返すことにより、高い精度で行動の変化した時点を見積もることができる。

【 0 0 2 8 】

また、分割した時間に、行動や心理状態を後で記入することにより、評価する生体時系列データを取得した状況を正確に把握することが出来るようになり、より正確に生体の時系列データを評価することが出来る。

【 0 0 2 9 】

また、分割に使用する統計的手法として、 t 検定や χ^2 検定を用いることにより、高い精度で明確に分割することが出来る。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 0 】

続いて、本発明を適用した生体情報装置について、最も好適な例を図を用いて説明する。図 1 は、本発明を適用した場合に於ける生体解析装置 10 である。生体解析装置 10 は、心拍データ取得装置 100 と、加速度データ取得装置 110 と、生体情報解析装置 120 とを備えて構成されている。

【 0 0 3 1 】

心拍データ取得装置 100 は、心拍センサ 102 と、送信回路 104 とを備えており、心拍センサ 102 で取得された被験者の心拍データを送信回路 104 を介して生体情報解析装置 120 に送信する。ここで、心拍センサ 102 が、被験者の心拍データを取得する方法は公知であり、その説明は省略する。

【 0 0 3 2 】

加速度データ取得装置 110 は、加速度センサ 112 と、送信回路 114 とを備えており、加速度センサ 112 で取得した加速度データを、送信回路 104 を介して生体情報解析装置 120 に送信する。ここで、加速度センサ 112 が、加速度を検知し、加速度データとして取得する方法は公知であり、その説明は省略する。

【 0 0 3 3 】

また、心拍データ取得装置 100、加速度データ取得装置 110 から生体情報解析装置 120 に各データを転送する方法は、有線による転送、電波や赤外線を使った無線による転送、生体を通してデータを転送する手法などさまざまな方法があるが、本実施例では、使用者にとって煩雑でなく、かつ一般に普及している電波によるデータ転送を想定している。

【 0 0 3 4 】

生体情報解析装置 120 は、心拍データ取得装置 100 から受信された心拍データ及び加速度データ取得装置 110 から受信された活動度のデータに基づいて解析する装置である。生体情報解析装置 120 は、受信回路 122 と、メモリ 124 と、生体解析回路 126 と、表示装置 128 とを備えて構成されている。

【 0 0 3 5 】

生体情報解析装置 120 の動作の概略を説明すると、まず、心拍データ取得装置 100 において取得された心拍のデータ及び加速度データ取得装置 110 において取得された加速度のデータが、受信回路 122 により受信される。そして、受信されたデータをメモリ

10

20

30

40

50

124に保存する。

【0036】

生体情報解析装置120は、メモリ124に保存されている心拍のデータ、加速度のデータを読み込み、そのデータを生体解析回路126において解析する。詳細は後述するが、心拍のデータから $rr-interval$ を、加速度のデータから活動度を所定の分割された時間に基づいて算出する。そして、データを解析した結果をメモリに保存し、結果等を表示装置128に表示する。なお、表示装置はテキストや絵を表示可能な液晶や、有機ELディスプレイ等を想定しているが、例えば、利用者に緊急に伝える必要があれば、バイブレーションや音による呼び出しも行ってもよい。

【0037】

図2は、生体解析装置10を携帯電話に組み込んだ場合に於ける外觀の一例である。例えば、携帯電話201は、折りたたみ式で、パーツはパーツ202とパーツ203とに分かれている。ここで、携帯電話201には、まず生体解析装置10が備えられており、さまざまな生体信号を処理することが出来ることである。したがって、携帯電話201には、生体情報を受信する受信機器が備わっている。

【0038】

なお、図1の生体解析装置10では、メモリ124や表示装置128を別に備えていることとして説明したが、これらは、携帯電話がもともと持っているメモリや、表示装置等と共有すればよい。そうすることで、大幅なコストアップを避けることが出来、更に高い携帯性を保つことが可能となる。なお、上記本発明に係る部分以外の点で、一般の携帯電話と大きく異なったところはない。パーツ202は携帯電話操作のキーが何点か並んでおり、パーツ203は携帯電話表示部分となっている。

【0039】

通常、使用しないときは図2(a)の如く閉じた状態にし、使用者はポケットなどに普段はしまっておけばよい。使用者が携帯電話を使用するときや生体解析装置の結果を確認するとき、または自分の情報を入力するときには、図2(a)の状態から図2(b)の状態を経て図2(c)の状態まで携帯電話を開いて使用することとなる。

【0040】

図3は本発明品を装着する場合の一例を示したものである。利用者は、心拍データ取得装置301を胸に巻き、加速度センサが内蔵された加速度データ取得装置302を手首に巻き、生体解析装置を内蔵した携帯電話303をズボンのポケットに入れている。本実施形態においては、心拍データ取得装置を胸に巻くことを前提にしているが、この箇所限定される訳ではなく、例えば手首や指、耳などから取得する方法でも良い。

【0041】

また、本実施形態においては、加速度データ取得装置302を手首に巻いているが、身体の加速度データを取得する箇所は、腰や胸、足などさまざまな箇所が考えられる。本実施形態においては、例えば、睡眠の判定などでよく用いられる手首の加速度を取得することとして説明する。

【0042】

なお、心拍データ取得装置と、加速度データ取得装置は、別々に構成されても良いし、同じ筐体にハウジングして、センサ搭載機器の装着箇所として、手首で心拍と加速度の両方を取得するとしても良い。また、直接加速度センサの内蔵された携帯電話なども用いることとしても良い。

【0043】

次に、受信された生体情報を生体解析回路126が解析する場合の仕組みについて、図を用いて説明する。生体解析回路126は、活動データを統計的手法により、時間で分割し、生体情報を解析する。図4はある時間における活動度を示した図である。横軸に時間を取り、縦軸に手首の活動度(Zero Crossing Data)を取っている。ここで、実線501が被験者の活動度を示し、点線502が統計的手法(t検定)により計算したパラメータを示し、破線503が統計的手法(Kolmogorov-Smir

10

20

30

40

50

n o v 検 定 : k s 検 定) により計算したパラメータである。

【 0 0 4 4 】

図 4 で示す活動度は、データ取得開始からしばらく歩行をし続け、時刻 t_1 において席に着いて何らかの作業を行った被験者の体動である。すなわち、時刻 t_1 までは平均すると 5 0 前後の高い活動度を示しているが、この時間は常に歩行を続けていることを示している。時刻 t_1 以降は活動度が上下に変化しているが、歩行をやめて作業などを行っている状態であり、手を動かした時は高い値を示し、安静時には低い値を示している。

【 0 0 4 5 】

身体活動を解析するに当たっては、何時から何時までどんな活動を続けていたかを知る必要があるが、活動度の大きさだけではその変化する点を見つけるのは難しい。また、その変化はグラフを目視することである程度予測はつけられるが、明確な判断基準がなく、また大量にデータがある場合は目視による判断では追いつかない。本発明では、以下二種類のうちのいずれかの方法で説明する統計的手法 (t 検定、k s 検定) を取る事により、活動の変化があった時刻 t_1 を推定する。

【 0 0 4 6 】

[t 検定による方法]

まず、指定した範囲 (時刻 τ_0 [秒] から時刻 τ_{end} [秒]) 内において、以下のようにして時刻 τ [秒] における t 検定の値 $ttest(\tau)$ を算出する。

【 数 1 】

$$ttest(\tau) = \frac{|\mu_{left} - \mu_{right}|}{Sd(\tau)}$$

ただし、 μ_{left} は τ_0 [秒] ~ τ [秒] 間の Zero Crossing Data の平均値であり、 μ_{right} は時刻 τ [秒] ~ τ_{end} [秒] 間の Zero Crossing Data の平均値である。ここで $Sd(\tau)$ を以下に従って求める。

【 数 2 】

$$Sd(\tau) = \left[\frac{s_{left}^2 + s_{right}^2}{N_{left} + N_{right} - 2} \right]^{1/2} \left(\frac{1}{N_{left}} + \frac{1}{N_{right}} \right)^{1/2}$$

ただし、 s_{left} は τ_0 [秒] ~ τ [秒] 間の Zero Crossing Data の標準偏差であり、 s_{right} は τ [秒] ~ τ_{end} [秒] 間の Zero Crossing Data の標準偏差である。また、 N_{left} は τ_0 [秒] ~ τ [秒] 間の Zero Crossing Data の数であり、 N_{right} は τ [秒] ~ τ_{end} [秒] 間の Zero Crossing Data の数である。いま、10 秒に一度の間隔で Zero Crossing Data を取得するとした場合、 N_{left} は $(\tau - \tau_0) / 10$ となる。

【 0 0 4 7 】

上記の計算方法で計算した $ttest(\tau)$ は、時刻 τ 以前と時刻 τ 以降で、どれだけ行動に差があったかを示す値である。したがって、 $ttest(\tau)$ を $\tau_0 \sim \tau_{end}$ まで計算し、 $ttest$ が最大となるところが、区間 $\tau_0 \sim \tau_{end}$ で最も行動が変化した時点となる。

【 0 0 4 8 】

[k s 検定による方法]

まず、指定した範囲 (時刻 τ_0 [秒] から時刻 τ_{end} [秒]) 内において、以下のようにして時刻 τ [秒] における k s 統計量 $ks(\tau)$ を算出する。

【 数 3 】

$$ks(\tau) = \max_{0 < x < \infty} |S_{left}(x) - S_{right}(x)|$$

ただし、 S_{left} は τ_0 [秒] ~ τ [秒] 間の累積分布関数を示し、 S_{right} は時刻 τ [秒]

10

20

30

40

50

] $\sim \tau_{\text{end}}$ [秒]間の累積分布関数を示す。そして、図7は、は図4のデータの累積分布関数を示している。 $k_s(\tau)$ は、それぞれの累積分布関数の差の最大値であり、図7で矢印で示した大きさにあたる。この差 $k_s(\tau)$ を以下の式に当てはめ、 k_s 検定値 $P(\tau)$ を計算する。

【数4】

$$P(\tau) = Q_{ks} \left(\sqrt{\frac{N_{\text{left}} N_{\text{right}}}{N_{\text{left}} + N_{\text{right}}}} k_s(\tau) \right)$$

ただし、 N_{left} は τ_0 [秒] $\sim \tau$ [秒]間のZero Crossing Dataの数であり、 N_{right} は τ [秒] $\sim \tau_{\text{end}}$ [秒]間のZero Crossing Dataの数であり、 $Q_{ks}(\lambda)$ は次のように定義する。

【数5】

$$Q_{ks}(\lambda) = 2 \sum_{j=1}^{\infty} (-1)^{j-1} \exp(-2j^2 \lambda^2)$$

上記の計算方法で計算した $P(\tau)$ は、時刻 τ 以前と時刻 τ 以降で、どれだけ行動に差があったかを示す値である。したがって、 $P(\tau)$ を $\tau_0 \sim \tau_{\text{end}}$ まで計算し、 $P(\tau)$ が最大となるところが、区間 $\tau_0 \sim \tau_{\text{end}}$ で最も行動が変化した時点となる。

【0049】

図4の活動度(実線501)に対して、上記の手法で $t_{\text{test}}(\tau)$ の値をプロットしたのが、図4の点線502であり、 $P(\tau)$ の値をプロットしたのが、図4の破線503である。これを見ると、いずれの計算方法を取っても、被験者が歩行から作業に行動を移した時点 t_1 で、 $P(\tau)$ 及び $t_{\text{test}}(\tau)$ が最大になっていることがわかる。以上の方法をとることで、行動の変化した時点 t_1 が算出できる。

【0050】

t 検定による方法、 k_s 検定による方法のいずれの手法を用いても高い精度で行動の変化した点を見つけることができるので結果に大きな違いは生じない。ただし、 t 検定を用いたほうは比較する値のばらつきが大きくても同程度の精度で得られるが、 k_s 検定による方法は比較する値がばらつくと、ばらつきに応じて精度も異なる。体動のように「0」 $\sim$ 「100」あたりまで広く変化する場合は、 t 検定の方が適していると考えられ、 r_r - $i n t e r v a l$ のように約1秒前後に集中する場合は、 k_s 検定が適していると考えられ、状況に応じて使い分けるのが良い。

【0051】

なお、図4は、ひとつの行動から別の行動に一度だけ変化した時点を取り上げたが、人の行動は一日に何度も変化する。そのように変化した時点を検出する2つの方法を、図5及び図6を用いて説明する。まず、第一の手法は、時間を追って変化した点を知ることができ、リアルタイム性が有効な携帯機器などに乗せるときに有効な方法で、図5を用いて説明する。第二の手法は、行動の変化の大きい順に変化した時点を探す方法で、高い精度を求めるときなどに有効な方法で、図6を用いて説明する。

【0052】

[第一の手法]

図5(a)は被験者が睡眠した状態から始まり、時刻 t_2 で起床した後しばらく活動度の低い行動を続け、時刻 t_3 に移動のために歩行を始めた行動例を示している。以上のように、行動が2回変化した時の行動の変化を検出する方法を以下に示す。

【0053】

データの先頭から30分以内で、行動の変化があった時点を図4と同様の方法で調べる。図5(b)は、図5(a)の先頭から30分の体動データを実線で、 $t_{\text{test}}(\tau)$ 値を点線で示している。すると、 $t_{\text{test}}(\tau)$ は時刻 t_2 で最大の値をとり、一回目の行動の変化があった時点であるとわかる。

【0054】

10

20

30

40

50

次に、時刻 t_2 を出発点として、30分以内で行動に変化があった時点と同様に調べる。図5(c)は、図5(a)の時刻 t_2 から30分の体動データを実線で、 $test(\tau)$ 値を点線で示している。同様に、時刻 t_3 で $test(\tau)$ 値が最大を示しており、二回目の行動の変化があった時点であることがわかる。同様の手法は、さらに長い時間のデータでも実行可能であり、リアルタイムに計算することもできる。

【0055】

本実施形態においては、30分以内を基準に行動の変化した時点を探したが、30分に限定する必要はない。さらに細かい行動の変化を見る必要がある場合は、30分以下の時間で探すことも考えられ、逆に行動の荒い変化を見る場合は、30分以上の時間で探すことが考えられ、状況に応じて修正してよい。

10

【0056】

また、図5(a)～図5(c)での説明では、 $test(\tau)$ 値が最大となった時刻で、行動の変化があったかどうかを判断したが、それに加えて $test(\tau)$ の最大値で行動の変化があったかどうかを判断する基準としてもよい。 $test(\tau)$ は、時刻 τ 以前と時刻 τ 以降で行動の差を示すものであり、たとえピークであっても、必ずしも行動に変化があったことにはならない。たとえば、時刻 t_2 は、睡眠時から安静時に行動が変化した時点を示した時刻でありその行動の差は小さいが、時刻 t_3 は安静から歩行に行動が変化した時刻であり、その行動の差は大きい。それぞれのピーク値は、時刻 t_2 で約30であり、時刻 t_3 で約90であり、行動の差に比例した値を示している。

【0057】

20

従って、もし、睡眠と安静の区別が必要でない場合は、ピークの値がたとえば60以上で初めて行動に変化があったとすることで、図5(c)のような例で睡眠・安静と歩行の変化を知ることができる。

【0058】

[第二の手法]

図6(a)は図5(a)と同じデータであり、 $test(\tau)$ の値をデータの先頭から最後まで値をもとに計算し、点線で示している。すると、 $test(\tau)$ は時刻 t_3 で最大の値をとっており、図6(a)で示す体動は時刻 t_3 でもっとも顕著に変化している。ここで、時刻 t_3 で二つの区間(区間A:先頭～ t_3 、区間B: t_3 ～最後)に分割する。分割した二つの区間のうち、30分以上の時間を持つ区間Aのデータで $test(\tau)$ を計算し、次に顕著に変化のあった時刻 t_2 をその次に行動の変化があった時刻とする。上記のような手法を繰り返すことにより、行動が2回以上変化した時の行動の変化を検出することができる。また、上記の手法は行動の変化が顕著に現れた順に、変化した時刻を特定するので、高い精度で行動に変化があった時点を知ることができる。

30

【0059】

なお、本実施形態においては、30分以上の区間に対して、 $test(\tau)$ を用いたが、30分に限定する必要はない。さらに細かい行動の変化を見る必要がある場合は、30分以下の時間で探すことも考えられ、逆に行動の荒い変化を見る場合は、30以上の時間で探すことが考えられ、状況に応じて修正してよい。

【0060】

40

また、データの継続する時間を分割する区間の判断基準とせず、 $test(\tau)$ の最大値を分割する区間の判断基準としてもよい。たとえば、もし、睡眠と安静の区別が必要でない場合は、ピークの値がたとえば60以下となるまで分割を繰り返すという方法をとると、図6(b)では分割しないと判断し、行動の変化が時刻 t_3 のみであるという手段も取れる。

【0061】

なお、いずれの手法もt検定による手法で説明したが、ks検定による手法で同様の計算は可能である。

【0062】

図8は本発明品を装着した被験者の身体活動を示している。図8(a)は図5及び図6

50

で示した体動データと同じで縦軸に活動度を取り、横軸に時間をとっている。図 8 (b) は、縦軸に心拍の $rr - interval$ をとり、横軸には図 8 (a) と同じスケールで時間をとっている。 $rr - interval$ は、値が大きいほど単位時間あたりに拍動する心拍数が少ないことを意味する。

【 0 0 6 3 】

図 8 (a) 及び図 8 (b) に破線で示した時刻は、図 5 (a) ~ 図 5 (c) で説明した第一の手法を用いて分割した時刻である。この分割した時刻に、被験者は行動の変化を行っている。例えば時刻 $t 8 2$ は運動から安静へと変化した時刻を示す。図 8 (a) と図 8 (b) とを比較すると、時刻 $t 8 1 \sim t 8 2$ の区間は、活動状態から運動状態に変化し、活動動度は非常に高く、それに応じて、 $rr - interval$ は周辺の時間よりも低い値を示している。これは、運動により心拍数が上がっていることを示しており、被験者の $rr - interval$ を評価する場合は、運動中であることを前提に評価する必要がある。

10

【 0 0 6 4 】

一方、時刻 $t 8 3 \sim t 8 4$ 、時刻 $t 8 5 \sim t 8 6$ 、時刻 $t 8 7$ 以降のそれぞれの区間は、いずれもほとんど同じレベルで活動度が低く、被験者が安静にしていることを示している。しかし、 $rr - interval$ の変化を見ると、時刻 $t 8 5 \sim t 8 6$ の区間のみ、周囲の値に比べて低く、運動時並の低下を示している。これは、何らかの心臓の疾患の兆候を表している可能性があるので、安静時であることを前提に被験者の $rr - interval$ を評価する。しかし、活動度と心拍だけでは疾患かどうかの判断がつかないため、同時に被験者の置かれている状況を記入する。

20

【 0 0 6 5 】

本実施形態では、一例として、計算した区間の活動度が平均「 1 5 」以下で、かつ $rr - interval$ が「 7 0 0 」を下回ったときに、その区間に何をしていたかを携帯電話で入力する。たとえば、忘れ物などを思い出し、焦りが生じた結果 $rr - interval$ が低くなったのであれば問題ないが、何も心理的变化がないのに、 $rr - interval$ が低くなったのであれば、心疾患の可能性がある。また、電車や人ごみの中にいたために、 $rr - interval$ が低くなった場合は、パニック障害などの心身症である可能性が高い。

【 0 0 6 6 】

30

具体的に、生体解析装置 1 2 0 の動作を図 9 の動作フローを用いて説明する。まず、心拍データ取得装置 1 0 0 から心拍データを、加速度データ取得装置 1 1 0 から加速度データをそれぞれ取得する (ステップ S 1 0 0) 。続いて、取得されたデータに基づいて、生体解析回路 1 2 6 は、被験者の活動度及び $rr - interval$ を算出する (ステップ S 1 0 2) 。ここで、活動度及び $rr - interval$ を算出する方法としては、上述した各方法のいずれかが用いられることとなる。

【 0 0 6 7 】

続いて、被験者の状態を評価する。具体的に、まず、ステップ S 1 0 2 において算出された活動度が平均「 1 5 」以下であるか否かを判定する (ステップ S 1 0 4) 。ここで、活動度の平均が「 1 5 」以下の場合は (ステップ S 1 0 4 ; Yes) 、続いて $rr - interval$ が平均「 7 0 0 」以下であるか否かを判定する (ステップ S 1 0 6) 。そして、 $rr - interval$ の平均が「 7 0 0 」以下の場合は (ステップ S 1 0 6 ; Yes) 、表示装置 1 2 8 に被験者の状態を入力させる画面を表示し、被験者の状態を入力させる (ステップ S 1 0 8) 。入力された被験者の状態と、算出された活動度、 $rr - interval$ とが対応づけてメモリ 1 2 4 に記憶される。

40

【 0 0 6 8 】

生体解析装置 1 0 の使用者は、図 3 に従って本発明品を装着し日常生活を送る。被験者の体動 (活動度) および $rr - interval$ は、定期的に携帯電話 3 0 3 に送られ、携帯電話 3 0 3 はデータを受け取るたびに上記説明した方法で時系列データの解析を行い、 $rr - interval$ の時系列データを分割する。分割したそれぞれの $rr - interval$

50

ervalのデータに対して、異常の可能性がある場合(たとえば、図8(a)における時刻t85~86の区間など)は、その時間に何をしていたか、どういうところにいたか、どういう心理状態にあったか、などの質問を行う。図9は、何をしていたかを問う質問例で、「食事」「運動」「乗り物による移動」「その他」の中から選ぶようになっている。もし、たとえば「乗り物による移動」を選択し、使用者が安静にしていたにもかかわらずrr-intervalが低い値を示した場合、乗り物酔いやパニック障害などの可能性が考えられる。さらに質問を繰り返し、rr-intervalや体動の解析を繰り返すことにより、より高い精度で細かく診断が可能となる。ここで得られた診断結果は、後に医療機関で診察の際役立てることができるし、またその場ですぐに医療機関に警告を発することもできる。また、その場で自己による治療(認知行動療法)を行うことも考えられる。

10

【0069】

[変形例]

本実施形態においては、体動の特に活動度を用いてrr-intervalの時間の分割を行い、日常生活におけるrr-intervalの変化をみて、兆候の発見や病状の診断を可能としたが、変化を見るための生体情報として活動度に限る必要はなく、たとえば脳波などを用いて行うことで、同様に心理的な変化から評価することとしても良い。

【0070】

また、本実施形態における生体解析装置10は、何も兆候の発見や病状の診断に使うだけではなく、行動の備忘録として使うことも可能である。たとえば、自分がどの程度時間をかけてプレゼンテーションを行ったかどうかを体動または心拍から行動や心理の変化する時間をもとに、後から割り出すことができる。

20

【0071】

また、行動や心理の変化は、体動、心拍(またはrr-interval)、脳波以外にも、短時間に变化する身体の特徴であれば、適応可能である。たとえば、眼球の動き、まばたきの回数、体表面電導度、発汗量、体温なども心理的な変化や行動と密接に関連しており、類似した効果が得られると考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1】本実施形態における生体情報装置の構成図を示す図である。

30

【図2】本実施形態における生体情報装置を組み込んだ携帯電話の外観を示す図である。

【図3】本実施形態における生体情報装置の装着例を示す図である。

【図4】活動度を時系列に分割する方法を説明するための図である。

【図5】活動度を時系列に分割する方法を説明するための図である。

【図6】活動度を時系列に分割する方法を説明するための図である。

【図7】統計手法について説明するための図である。

【図8】活動度及び心拍を時系列に分割した場合を説明するための図である。

【図9】生体情報解析装置の処理を説明するための動作フローである。

【図10】本実施形態における画面表示例を示す図である。

【図11】活動度及び心拍について説明するための図である。

40

【符号の説明】

【0073】

10 生体情報装置

100 心拍データ取得装置

102 心拍センサ

104 送信回路

110 加速度データ取得装置

112 加速度センサ

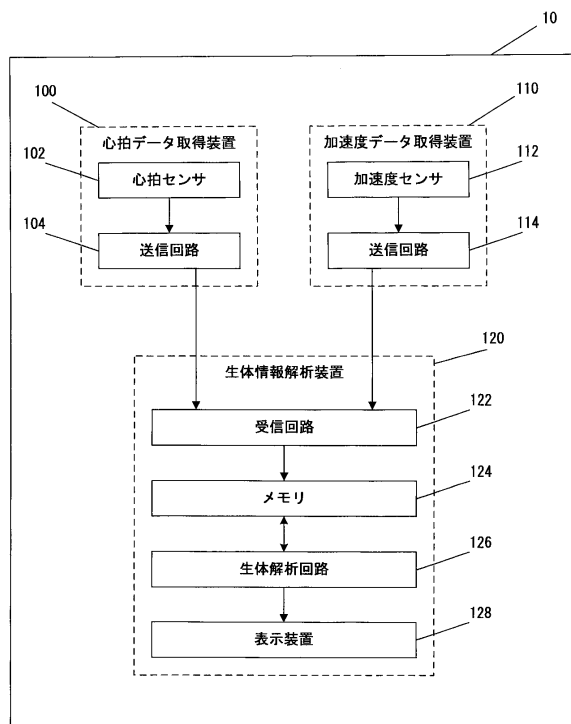
114 送信回路

120 生体情報解析装置

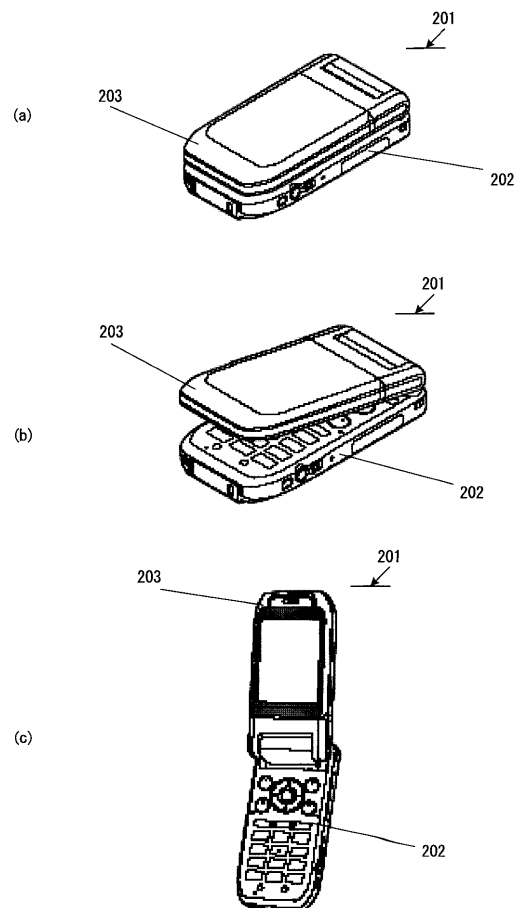
50

- 1 2 2 受信回路
- 1 2 4 メモリ
- 1 2 6 生体解析回路
- 1 2 8 表示装置

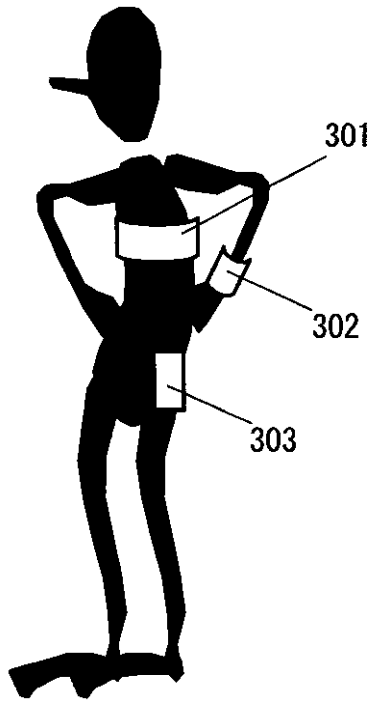
【図 1】



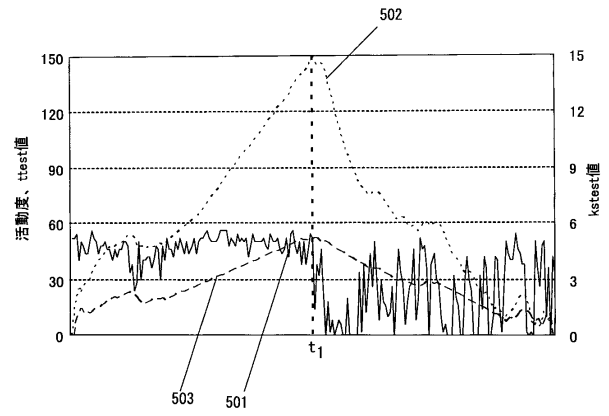
【図 2】



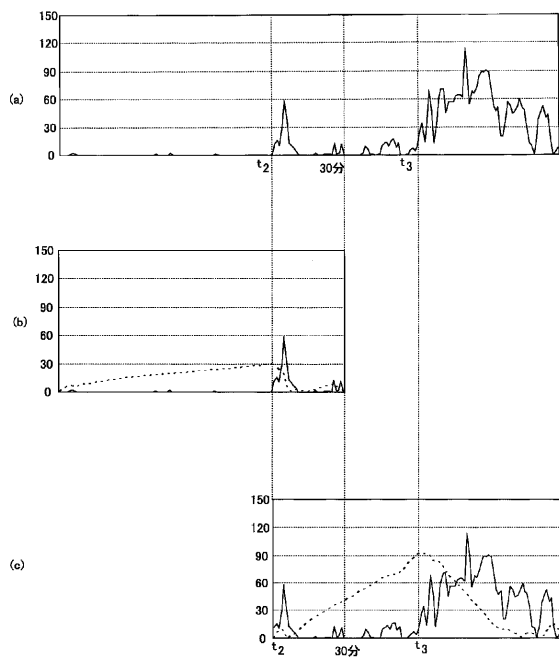
【図 3】



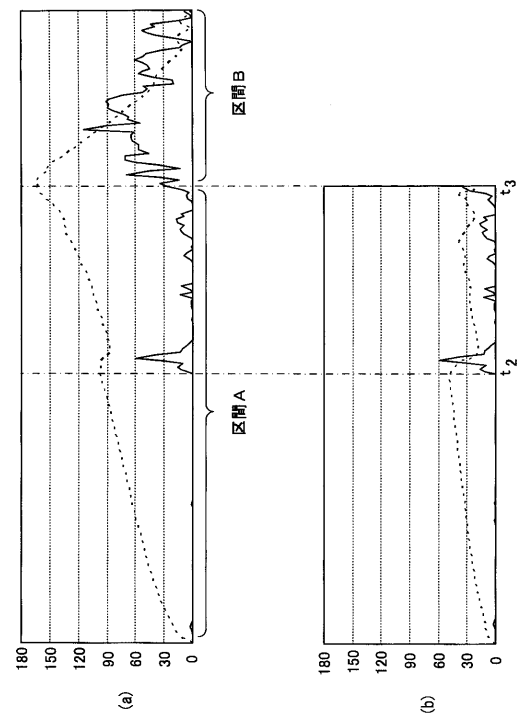
【図 4】



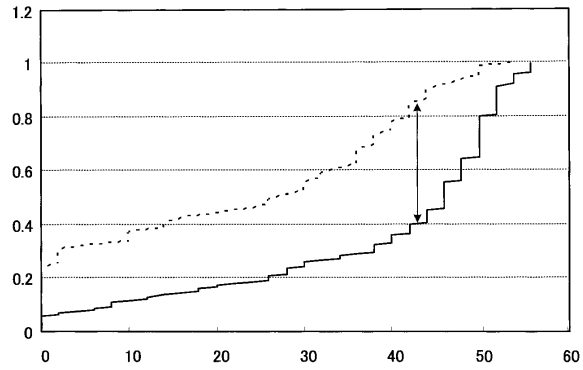
【図 5】



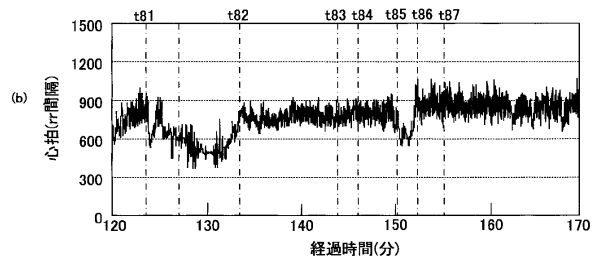
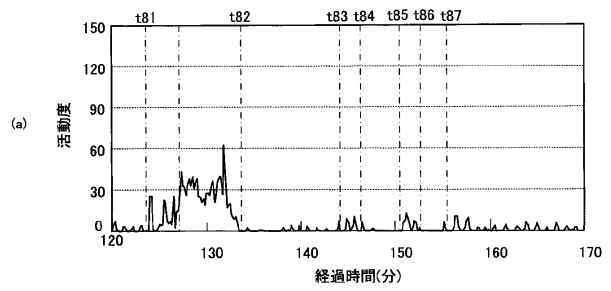
【図 6】



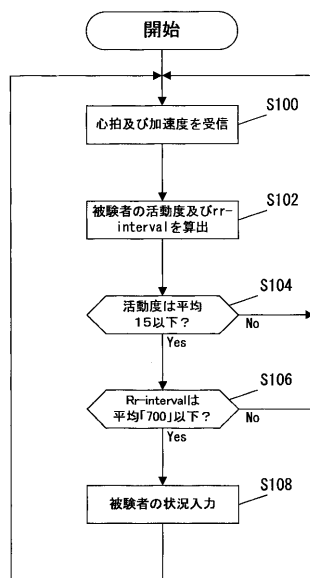
【図 7】



【図 8】



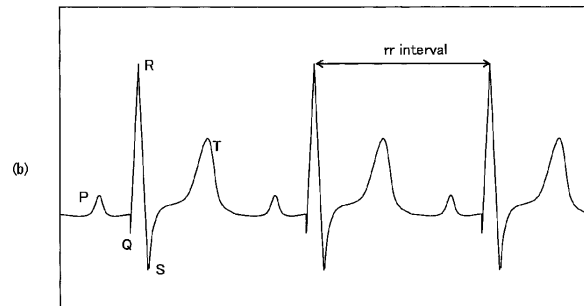
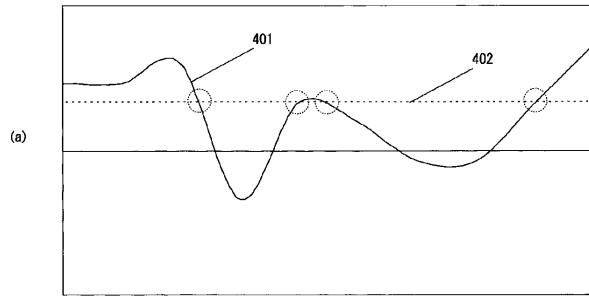
【図 9】



【図 10】

12:15～12:47の間、
何をしていましたか？
◎食事
○運動
○乗り物による移動
○その他

【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 清野 健

福島県郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部総合教育センター内

審査官 早川 貴之

(56)参考文献 特開2003-290176(JP, A)

特開2006-180899(JP, A)

特開2002-238867(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/00

A61B 5/11