

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3719158号
(P3719158)

(45) 発行日 平成17年11月24日(2005.11.24)

(24) 登録日 平成17年9月16日(2005.9.16)

(51) Int. Cl.⁷

A61B 5/11

F I

A61B 5/10 310A

請求項の数 5 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2001-126613 (P2001-126613) (22) 出願日 平成13年4月24日(2001.4.24) (65) 公開番号 特開2002-320601 (P2002-320601A) (43) 公開日 平成14年11月5日(2002.11.5) 審査請求日 平成15年7月22日(2003.7.22)</p>	<p>(73) 特許権者 000005832 松下電工株式会社 大阪府門真市大字門真1048番地 (74) 代理人 100087767 弁理士 西川 恵清 (74) 代理人 100085604 弁理士 森 厚夫 (72) 発明者 中野 紀夫 大阪府門真市大字門真1048番地松下電 工株式会社内 審査官 上田 正樹</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 体動の表示方法及び分析方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

人の身体の動きである体動の発生あるいは発生した体動の量に関する体動データを対象とし、時間軸に沿って累積演算を行って累積データを得て、コンピュータ処理により累積時間軸および累積データ軸をそれぞれ縦横の軸とした2次元グラフとして表示し、更には表示した2次元グラフ上のグラフ画像を累積データ軸方向に投影処理して投影データを得て、累積データ軸および投影データ軸をそれぞれ縦横の軸とした2次元グラフに表示することを特徴とする体動の表示方法。

【請求項2】

体動データを対象としてその累積データを2次元グラフとして表示するにあたり、起点や終点などの所定のタイミングを基準点と定めて2次元グラフに表示することを特徴とする請求項1記載の体動の表示方法。

【請求項3】

就寝中の体動データを対象としてその累積データを2次元グラフとして表示するにあたり、被験者が床から離れていたかどうかを差別化条件として、上記差別化条件に該当するところは非表示とすることを特徴とする請求項1記載の体動の表示方法。

【請求項4】

請求項1または2または3で表示した累積時間軸および累積データ軸を縦横の軸とする2次元グラフ上のグラフ画像からコンピュータ処理により特徴抽出を行うことで体動データのパターンの特徴を少数の特徴値で数値化することを特徴とする体動の分析方法。

10

20

【請求項5】

請求項1で表示した累積データ軸および投影データ軸をそれぞれ縦横の軸とする2次元グラフ上のグラフ画像のデータに対してコンピュータ処理により波形処理を行うことを特徴とする体動の分析方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は経時的に計測された身体の動きの発生や動きの量の情報をデータ処理して2次元的に表示する表示方法及び分析方法に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

人の身体たとえば就寝時の動き(体動)を時系列的に表示分析する方法として、Physiology & Behavior Vol.65, pp659-663. 1999. (title: Actigraphic assessment of sleep in insomnia: application of the actigraph data analysis software.)のFig. 1に、身体に装着する活動量計によって得られる体動(アクティビティ・カウント)の時系列情報をグラフ表示するとともに、データを分析して睡眠・覚醒を判定し表示するソフトウェアの例が掲載されている。この場合の体動時系列はゼロまたは正の数値からなるデータであり、横軸に時間軸をとり、発生したイベントの値を縦軸としてグラフ化している。

【0003】

このものでは、ノイズの有無を含め、計測した身体の動きのデータの詳細な時間的変動の様子を確認できるという利点があるが、ある時間区間の間に発生した体動量を定量的に理解することは困難である。特に、データの比較を行う場合、2つ以上のグラフを見比べても、どこにどの程度の違いがあるか、パターンを区別し視覚的に理解することは困難である。

【0004】

特許第2780464号の第3図には、就寝時に計測した体動の時系列情報を分析し、体動回数と体動出現間隔の平均時間とをそれぞれ縦横の軸とした2次元表示を表示手段上に行った例が挙げられている。就寝時に計測した体動の時系列情報を分析し、睡眠評価した結果を表示しているこの例では、時間軸は抽象化され、表示データは時系列情報ではなく

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

体動の発生や体動量の変化を経時的に記録する場合、得られるデータは図9のような時系列棒グラフで表現されることが多い。この表示方法は、ノイズの有無を含め、計測データの詳細な時間的変動の様子を確認できるという利点があるが、ある時間区間(例えば、睡眠時間帯とか、特定の部屋に居る時間とか、24時間とか)の間に発生したイベントの量を定量的にかつ視覚的に判別することは困難である。特に、図9に示す2つのデータ(グラフ)を見比べても、どこにどの程度の違いがあるか、視覚的に理解することが困難である。

【0006】

本発明はこのような点に鑑みなされたものであって、その目的とするところは時間的変化を伴うデータの時系列上の特徴を視覚的に理解しやすく表示する体動の表示方法を提供するにあり、また他の目的とするところは表示結果をもとに体動パターンを分析することができる分析方法を提供するにある。

【0007】**【課題を解決するための手段】**

しかして本発明は、人の身体の動きである体動の発生あるいは発生した体動の量に関する体動データを対象とし、時間軸に沿って累積演算を行って累積データを得て、コンピュータ処理により累積時間軸および累積データ軸をそれぞれ縦横の軸とした2次元グラフと

10

20

30

40

50

して表示し、更には表示した2次元グラフ上のグラフ画像を累積データ軸方向に投影処理して投影データを得て、累積データ軸および投影データ軸をそれぞれ縦横の軸とした2次元グラフに表示することに特徴を有している。

【0008】

時系列表現された体動データを累積時系列表示するために、体動の量と体動の時間的推移パターンを定量的にかつ視覚的に容易に判別でき、また体動発生がなかった区間の時間的長さ(=安静の持続時間)を発生順に並べたグラフを得ることができる。

【0009】

また、請求項2の発明においては、体動データを対象としてその累積データを2次元グラフとして表示するにあたり、所定のタイミングを(起点や終点などの)基準点と定めて2次元グラフに表示することに特徴を有しており、さらに請求項3の発明においては、就寝中の体動データを対象としてその累積データを2次元グラフとして表示するにあたり、被験者が床から離れていたかどうかを差別化条件として、上記差別化条件に該当するところは非表示とすることに特徴を有している。

【0010】

そして請求項4に係る体動データの分析方法は、請求項1または2または3で表示した累積時間軸および累積データ軸を縦横の軸とする2次元グラフ上のグラフ画像からコンピュータ処理により特徴抽出を行うことで体動データのパターンの特徴を少数の特徴値で数値化することに特徴を有しており、さらに請求項5の発明においては、請求項1で表示した累積データ軸および投影データ軸をそれぞれ縦横の軸とする2次元グラフ上のグラフ画像のデータに対してコンピュータ処理により波形処理を行うことに特徴を有している。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下本発明を実施の形態の一例に基づいて詳述すると、人の身体の動きである体動の発生あるいは発生した体動の量に関する体動データを対象としてグラフ表示するにあたり、上記体動は、人の動きを撮影したカメラ画像の分析、赤外線検知センサの出力や圧電センサの出力、身体に装着した加速度センサ、あるいは第三者による申告や観察、対象者自身の申告など、多彩な方法で計測することができる。すなわち、本発明では体動の検出方法はどのようなものであってもよく、体動の発生や体動の量のデータを時系列的に得ることができるものであればよい。

【0012】

そして上記時系列的データは、コンピュータを用いた図2に示すようなデータ処理とグラフ化処理で図1に示すようなグラフとして表示する。ここで図1は、就寝中(入床時から起床時まで)の時間帯において、非接触的手段(焦電型赤外線センサ)によって寝床付近にいる人の体動を検出し、就寝中の体動量時系列を累積時系列表示した例で2夜分を同時に表示している。横軸は時間軸であり、入床時刻を0とし、以後の経過時間を分単位で表示している。また入床時間と起床時間をそれぞれ累積の「始点、終点」として表示している。また、総累積量をグラフ中に数値で重ねて表示して累積量を理解しやすく表示している。

【0013】

このような表示を行うことにより、体動イベントの時間的推移を一目で直感的に理解することができ、2つ以上の同種のデータを重ねて表示した時により効果的であることも分かる。

【0014】

たとえば、図1からは、11月10日と11月12日は就寝時間がほぼ同じ(660分程度=約11時間)であること、起床するまでの体動の総量は、11月12日(2213)が10月10日(1366)に比べて多いこと、体動が、11月10日では就寝時間帯を通してほぼ同じ割合で増えている一方、11月12日では、就寝時間帯の前半や中盤では少なく、後半に多いこと等を一目で判別することができる。また、体動の量的な把握も体動発生時間帯ごとに比較することができる。

【 0 0 1 5 】

ちなみに、図 9 は図 1 で表示したものと同一体動情報を従来の時系列グラフで表示した例であり、図 1 のものとして、時系列上の特徴を定量的あるいは視覚的に判断しづらいことが分かる。

【 0 0 1 6 】

また、フィールドでの計測は、自動計測で連続的に行われることが多いので、データの開始点・終了点が、必ずしも累積を開始・終了したいポイントではないことが多く、さらに 2 つのデータを比較したい時に、累積の開始・終了ポイントがデータによって変動することがしばしばある。例えば「睡眠時の体動を比較したい」という目的の場合、起床時刻、就寝時刻を指定するとよいが、これらの時刻は、日々変動してしまう。睡眠時間そのものも日によって変動する。しかし、図 9 に示す時系列グラフではこのような目的には不便である。

10

【 0 0 1 7 】

一方、図 1 に示すものにおいては、累積時系列表示を行うにあたり、累積の始点や終点（場合によっては累積一次休止点なども）といった基準点を決めて表示手続きを実行しているために、上記の目的にも適したものとなっている。

【 0 0 1 8 】

図 3 は図 4 に示す差別化処理を行った累積時系列の表示の例を示している。この例では就寝中の被験者がベッドを離れていたかどうかを差別化条件として設定して、ベッドを離れた場合には、累積は継続しながらその時間帯の累積時系列を非表示にしている。

20

【 0 0 1 9 】

体動の記録を表示分析したいときには、1次元量に数値化された体動量以外の関連情報を重ねた方がデータを理解しやすいことが多い。図 3 では、就寝中の前半から中盤過ぎにかけて、11月10日は2回ベッドを離れており、11月12日は4回離れており、その離床行動が体動の大きな変動点に一致していることや、就寝経過時間が600分を過ぎた頃（就寝の終盤）からは、いずれのデータでもベッドにはいるが、頻繁に体動が発生して離床行動とは無関係に累積時系列が上昇していることが一目でわかる。

【 0 0 2 0 】

また、図 3 では、経過時間指示用の点線を表示し、点線によって指示された経過時刻における累積体動量を表示させ、データの読み取りがより容易になるようにしている。さらに指示された経過時刻が、所定の差別化条件に当たっている場合にはそのことを「不在」という表現で表示させている。

30

【 0 0 2 1 】

図 5 は図 6 に示す特徴抽出（Hough変換を利用した直線検出）の処理を行った結果の表示を示している。

【 0 0 2 2 】

累積時系列のグラフをデジタル画像として見ると、細線化ずみのデジタル線分と曲線の組み合わせで成り立っている画像と捉えることができるので、各種の基本的画像処理（特徴抽出処理）が容易に可能というメリットがある。例えばHough変換を用いれば、仮に累積時系列が不連続なものであっても、直線や曲線などの線分抽出を行い、累積時系列の特徴を少数の特徴値で数値化できる。Hough変換では、例えば、 (x, y) 画像平面上の直線要素を図 6 中の式

$$= x \cdot \cos \theta + y \cdot \sin \theta$$

で定まる (ρ, θ) 平面へ投影することで、簡単な数値の組に変換できる。ちなみに図 5 では、累積時系列のグラフが最終的に4本の線分で数値化されている。ここでいう数値化とは、例えば、「 ρ , θ , 対応画素密度 d , 始点 S , 終点 E 」からなる数値の組4本分でこの画像を抽象的に表現することである。このように累積グラフ画像を特徴抽出すれば、被験者毎に異なる個人パラメータを準備することなく、同一の手続きでダイレクト、体動パターンの特徴を少数の特徴値にまとめることができる。

40

【 0 0 2 3 】

50

体動のデータでは、特徴値のうち、線分の傾きを示す θ や、線分の実質的な長さを示す対応画素密度 d は、体動を分析する上で重要な値になる。例えば θ が $\pi/2$ に近い線分は、体動発生が少ない時間帯であることを意味し、 θ が $\pi/2$ から 0 に近づくほど体動が激しく発生している時間帯であることを意味する。そして対応画素密度 d が多いほど、その時間帯が長く継続していたことを意味する。

【0024】

なお、線分の抽出には、Hough変換以外に、チェーンコードまたはフリーマンコードの性質を満たすか否かを判定して求めることも可能である。

【0025】

図7は図8に示す累積データ軸方向に投影処理を行った結果の2次元グラフの例を示している。Hough変換のような特徴抽出処理以外の方法で累積時系列グラフを分析する方法を考えると、累積時系列のグラフをデジタル化し、累積データ軸方向に投影処理して投影データを得て、累積データ軸および投影データ軸をそれぞれ縦横の軸とした2次元グラフを表示すると、そのグラフは「体動発生がなかった区間の時間的長さ (= 安静の持続時間) を発生順に並べたグラフ」を意味する。図7は図1や図5中のデータ(11月10日)を投影処理した例であるが、長い安静状態がデータの前半に2度(累積体動値で100付近と300付近)発生し、その後はまとまった安静状態がないまま累積体動値が1366まで増加したことが分かる。このように投影処理は、体動データから安静状態(または休止状態)の発生や持続を抽出するのに便利である。

【0026】

また、上記の投影処理は、長時間の体動データから安静状態の発生状況を抽出し、一目で理解することができるようになるので有用であるが、抽出された安静状態を微視的に観察し定量化したり他の安静状態と比較したいときには困難が生じる。長い安静状態の途中で小さな体動が入った時に、その安静状態に対応する投影データが分断されてしまい、そのために図7のグラフの縦軸(投影データ数)のピーク値は必ずしも安静の長さに対応せず、このことから2つ以上の投影ピークを比較することが難しくなるからである。

【0027】

この弱点を補うため、投影データに対して波形処理、例えば次式

【0028】

【数1】

$$p'(t) = \sum_k \alpha \cdot P(k) \quad \dots \text{式1}$$

【0029】

のような平滑化処理を加えることが有効である。この処理により、不安定な分断がなくなり、投影データ $P(k)$ のピーク (= 長い安静区間) を比較しやすくなる。なお、式中の α は実験によって決まる値であり、定数もしくは k に依存して一意に決まるパラメータである。

【0030】

ところで、図7にもあるように、ひとつの体動データを処理して得られる投影グラフには2つ以上のピークが見られることが一般的である。このとき、上記式1の処理によって投影データに現れる各ピークがより鮮明になり、各ピークを区分しやすくなる。区分されたピークの形状はさまざまで、ピークは高いが幅が狭いもの、ピークは低いが幅が広いものなどが含まれる。前者は、強い安静が長時間続いたことを意味し、後者は安静レベルは強くないが、長時間大きな体動発生のない状態が続いたことを意味する。また、区分されたピーク成分を次式

【0031】

【数2】

10

20

30

40

$$A_j = \sum_{k=s_j}^{e_j} P(k) \quad \dots \text{式 2}$$

【0032】

のように積分（ A_j ）することで、安静の持続時間を定量化し、比較することも可能である。なお、式2中の s_j 、 e_j はピーク j を構成する累積体動値の始点と終点を意味する。

【0033】

なお、図4、6、8に夫々示した処理は、いずれもコンピュータを用いて行うとともにグラフ化もコンピュータによって行って、ディスプレイ等に表示させる。 10

【0034】

【発明の効果】

以上のように請求項1の発明においては、累積演算を行って2次元グラフに表示するために、体動の量と体動の時間的推移パターンを定量的にかつ視覚的に容易に判別することができる。しかも累積グラフ画像を、累積データ軸方向に投影処理して投影データを得、累積データ軸および投影データ軸をそれぞれ縦横の軸とした2次元グラフを表示するために、そのグラフは、「体動発生がなかった区間の時間的長さ（＝安静の持続時間）を発生順に並べたグラフ」となり、体動の分析上、この安静の持続時間の情報は有益であり、この単純な表示方法によって、安静の持続時間を抽出することができ視覚的に容易に判別 20
できるようになる。

【0035】

また請求項2の発明においては、上記請求項1の発明の効果に加えて、所定のタイミングを基準点と定めて記累積演算を行い2次元グラフに表示するために、比較検討したい複数の体動データを定量的にかつ視覚的に容易に比較検討できるようになるものであり、体動データでは、被験者の「就寝」や「起床」といった日によって発生時刻が異なるイベントを基準にして分析を行う必要性が高いので、この表示方法は特に有用である。

【0036】

そして請求項3の発明においては、就寝中の体動データを対象としてその累積データを2次元グラフとして表示するにあたり、被験者が床から離れていたかどうかを差別化条件 30
として、上記差別化条件に該当するところは非表示とするために、例えば就寝時間中にトイレに立って通常の睡眠状態とは異なる体動が生じた区間などを他の区間から区別して表示することができる。

【0038】

また、請求項4の発明においては、体動データを累積することはノイズの弱化や時系列パターン推移地点の明瞭化などの一次処理的效果があるが、この累積グラフ画像を特徴抽出するために、被験者毎に異なるパラメータを準備することなく、同一の手続きでダイレクト、体動パターンの特徴を少数の特徴値にまとめることができる。

【0039】

さらに請求項5の発明においては、累積データ軸および投影データ軸をそれぞれ縦横の 40
軸とする2次元グラフ上のグラフ画像のデータを波形処理するものであり、抽出された安静状態（グラフのピーク）を微視的に観察し定量化したり、他の安静状態と比較することが容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の一例における累積時系列表示（2夜の比較）の例の説明図である。

【図2】同上の累積時系列表示処理のアルゴリズムの一例を示すフローチャートである。

【図3】同上の差別化処理を行った累積時系列の表示の例の説明図である。

【図4】同上の差別化処理のアルゴリズムの一例を示すフローチャートである。

【図5】同上の累積時系列のグラフから特徴抽出（Hough変換を利用した直線検出） 50

を行う例の説明図である。

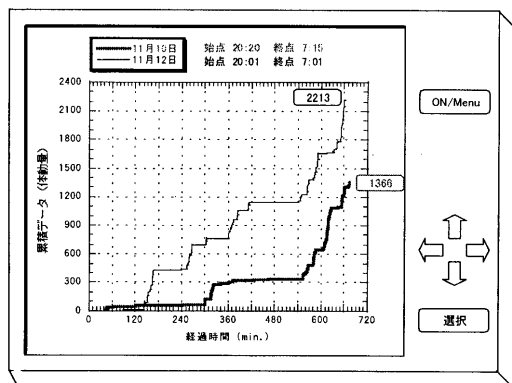
【図6】同上的特徴抽出 (Hough変換を利用した直線検出) についてのアルゴリズムの一例を示すフローチャートである。

【図7】同上の累積データ軸方向に投影処理した2次元グラフの例の説明図である。

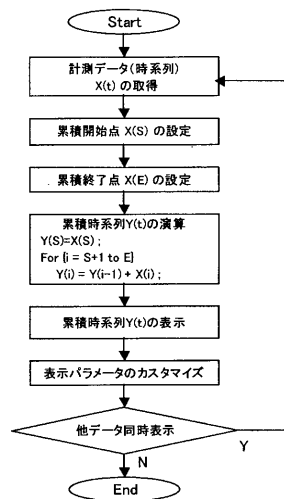
【図8】同上の累積データ軸方向に投影処理するためのアルゴリズムの一例を示すフローチャートである。

【図9】従来の表示方法 (2夜の比較) を示す説明図である。

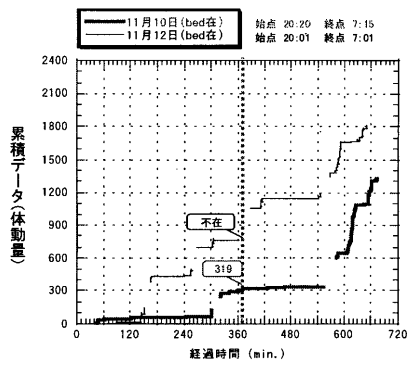
【図1】



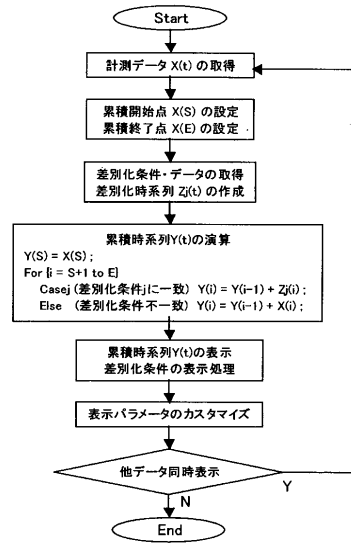
【図2】



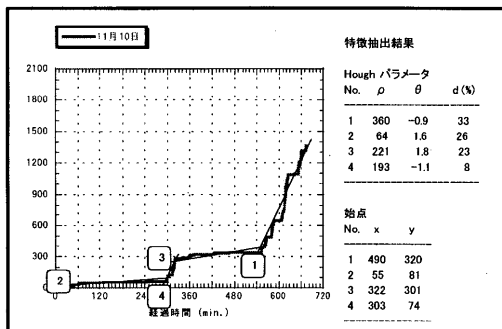
【 図 3 】



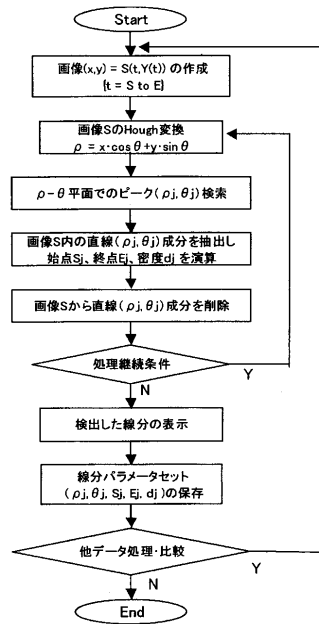
【 図 4 】



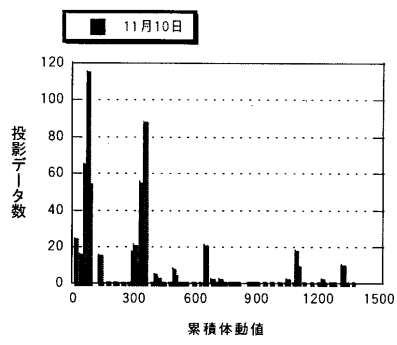
【 図 5 】



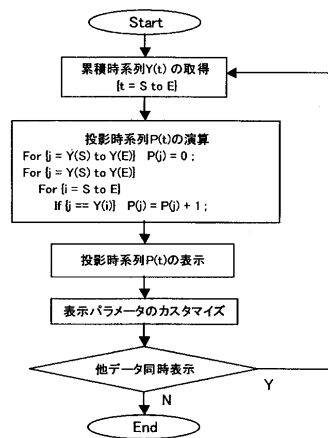
【 図 6 】



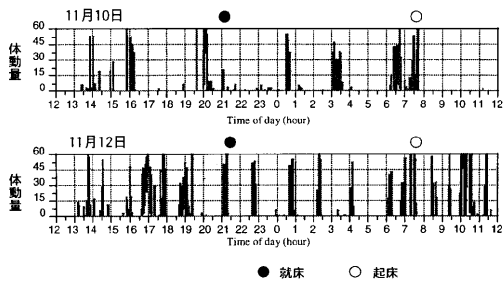
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07-204165(JP,A)
特開平06-245912(JP,A)
特開昭57-009435(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
A61B 5/11