

(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2018-126423
(P2018-126423A)

(43) 公開日 平成30年8月16日(2018.8.16)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/00 (2006.01) A 6 1 B 5/00 1 O 2 A 4 C 1 1 7

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2017-23032 (P2017-23032)
(22) 出願日 平成29年2月10日 (2017.2.10)

(71) 出願人 000114215
ミネベアミツミ株式会社
長野県北佐久郡御代田町大字御代田410
6-73
(71) 出願人 304021831
国立大学法人千葉大学
千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号
(74) 代理人 100099793
弁理士 川北 喜十郎
(74) 代理人 100154586
弁理士 藤田 正広
(74) 代理人 100179280
弁理士 河村 育郎

最終頁に続く

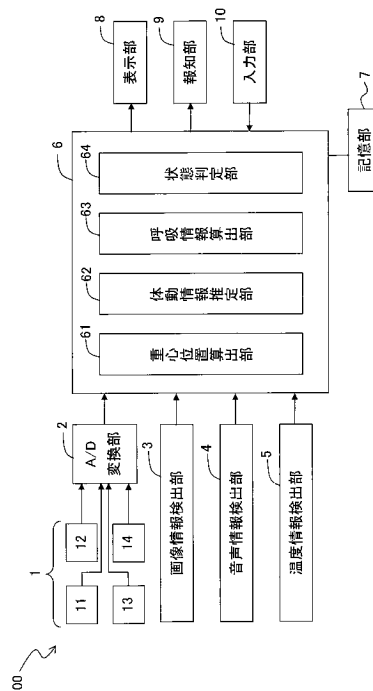
(54) 【発明の名称】 ベッドモニタリングシステム

(57) 【要約】

【課題】被験者に関する様々な項目を、非侵襲で精度良くモニタリングすることのできるベッドモニタリングシステムを提供する。

【解決手段】ベッド上の被験者をモニターするベッドモニタリングシステムは、ベッド又はベッドの脚下に設けられ、前記被験者の荷重を検出する複数の荷重検出器と、前記検出された荷重に基づいて前記被験者の重心位置の時間的変動を求める重心位置算出部と、前記求められた重心位置の時間的変動に基づいて、前記被験者の呼吸とは異なる身体の一部又は一部の移動に関する情報である体動情報を求める体動情報決定部と、前記求められた重心位置の時間的変動及び前記体動情報決定部により求められた体動情報に基づいて前記被験者の呼吸数を算出する呼吸数算出部と、前記被験者の画像情報、前記被験者の音声情報及び前記被験者の温度情報の少なくとも1つを検出する被験者情報検出部とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ベッド上の被験者をモニターするベッドモニタリングシステムであって、
 ベッド又はベッドの脚下に設けられ、前記被験者の荷重を検出する複数の荷重検出器と

、
 前記検出された荷重に基づいて前記被験者の重心位置の時間的変動を求める重心位置算出部と、

前記求められた重心位置の時間的変動に基づいて、前記被験者の呼吸とは異なる身体の全部又は一部の移動に関する情報である体動情報を求める体動情報決定部と、

前記求められた重心位置の時間的変動及び前記体動情報決定部により求められた体動情報に基づいて前記被験者の呼吸数を算出する呼吸数算出部と、

前記被験者の画像情報、前記被験者の音声情報及び前記被験者の温度情報の少なくとも一つを検出する被験者情報検出部とを備えるベッドモニタリングシステム。

【請求項 2】

更に、前記被験者の重心位置、前記被験者の体動情報及び前記被験者の呼吸数の少なくとも一つと、前記被験者の画像情報、前記被験者の音声情報及び前記被験者の温度情報の少なくとも一つとを用いて前記被験者の状態を判定する状態判定部を備える請求項 1 に記載のベッドモニタリングシステム。

【請求項 3】

前記体動情報は、大きな体動に関する情報と、前記大きな体動よりも前記被験者の所定時間内の重心の移動量が小さい小さな体動に関する情報を有し、前記体動情報決定部は、前記大きな体動に関する情報を決定する第 1 体動情報決定部と小さな体動情報を決定する第 2 体動情報決定部とを含む請求項 1 に記載のベッドモニタリングシステム。

【請求項 4】

前記被験者情報検出部は、前記被験者の画像情報を検出する画像情報検出部、前記被験者の音声情報を検出する音声情報検出部、及び前記被験者の温度情報を検出する温度情報検出部を含む請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のベッドモニタリングシステム。

【請求項 5】

ベッドと、

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のベッドモニタリングシステムとを備えるベッドシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、荷重検出器とその他の情報検出部とを用いてベッド上の被験者の状態をモニターするベッドモニタリングシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

医療や介護の現場において、ベッド上の患者や被介護者の状態を、荷重検出器等を用いて非侵襲でモニタリングすることが提案されている。

【0003】

特許文献 1 は、ベッドの脚の下に配置された複数の荷重検出器からの出力に基づいて、ベッド上の被験者の呼吸の有無を検知し、ベッド上に被験者が在床しているか否かを判定するベッドの在床検知方法を開示している。

【0004】

特許文献 2 は、ベッドの脚の下に配置された複数の荷重検出センサからの出力に基づいて、ベッド上の被験者の呼吸数や脈拍数、いびきの有無等を検出する生体生理検出装置を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

【特許文献1】特開2008-264338号

【特許文献2】特許第4883380号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

特許文献1、2に開示されるような非侵襲でのモニタリングでは、モニタリング精度の向上が望まれている。また、特許文献1に示す方法や特許文献2に示す装置によりモニタリングすることのできる項目は限られており、医療現場や介護現場のニーズに十分に 대응しているとは言い難い。

10

【 0 0 0 7 】

上記に鑑み、本発明は、被験者に関する様々な項目を、非侵襲で精度良くモニタリングすることのできるベッドモニタリングシステムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の第1の態様に従えば、

ベッド上の被験者をモニターするベッドモニタリングシステムであって、

ベッド又はベッドの脚下に設けられ、前記被験者の荷重を検出する複数の荷重検出器と

、
前記検出された荷重に基づいて前記被験者の重心位置の時間的変動を求める重心位置算出部と、

20

前記求められた重心位置の時間的変動に基づいて、前記被験者の呼吸とは異なる身体の全部又は一部の移動に関する情報である体動情報を求める体動情報決定部と、

前記求められた重心位置の時間的変動及び前記体動情報決定部により求められた体動情報に基づいて前記被験者の呼吸数を算出する呼吸数算出部と、

前記被験者の画像情報、前記被験者の音声情報及び前記被験者の温度情報の少なくとも1つを検出する被験者情報検出部とを備えるベッドモニタリングシステムが提供される。

【 0 0 0 9 】

第1の態様のベッドモニタリングシステムは、更に、前記被験者の重心位置、前記被験者の体動情報及び前記被験者の呼吸数の少なくとも1つと、前記被験者の画像情報、前記被験者の音声情報及び前記被験者の温度情報の少なくとも1つとを用いて前記被験者の状態を判定する状態判定部を備えてもよい。

30

【 0 0 1 0 】

第1の態様のベッドモニタリングシステムにおいて、前記体動情報は、大きな体動に関する情報と、前記大きな体動よりも前記被験者の所定時間内の重心の移動量が小さい小さな体動に関する情報を有してもよく、前記体動情報決定部は、前記大きな体動に関する情報を決定する第1体動情報決定部と小さな体動情報を決定する第2体動情報決定部とを含んでもよい。

【 0 0 1 1 】

第1の態様のベッドモニタリングシステムにおいて、前記被験者情報検出部は、前記被験者の画像情報を検出する画像情報検出部、前記被験者の音声情報を検出する音声情報検出部、及び前記被験者の温度情報を検出する温度情報検出部を含んでもよい。

40

【 0 0 1 2 】

本発明の第2の態様に従えば、

ベッドと、

第1の態様のベッドモニタリングシステムとを備えるベッドシステムが提供される。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明のベッドモニタリングシステムによれば、被験者に関する様々な項目を、非侵襲で精度良くモニタリングすることができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、本発明の実施形態に係るベッドモニタリングシステムの構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、ベッド、荷重検出器、画像情報検出部、音声情報検出部、及び温度情報検出部の配置を説明する説明図である。図2(a)はベッドに対する荷重検出器の配置を示し、図2(b)はベッドに対する画像情報検出部、音声情報検出部、温度情報検出部の配置を示す。

【図3】図3は、本発明の実施形態に係るモニタリング方法を示すフローチャートである。

【図4】図4は、体動情報推定部の構成を示すブロック図である。

【図5】図5(a)は、被験者の重心軌跡の一例を示し、図5(b)は図5(a)に示す重心軌跡を低いサンプリング周波数に変換することにより得られる重心軌跡を示す。

【図6】図6(a)、図6(b)、図6(c)は、図5(a)に示すベッド上での被験者の重心軌跡から、大きな体動軌跡を取り除いた軌跡を示す。

【図7】図7は重心軌跡を小さな体動軌跡を構成する成分と呼吸振動軌跡を構成する成分とに分解する様子を示す説明図である。

【図8】図8(a)、図8(b)、図8(c)はそれぞれ、図6(a)、図6(b)、図6(c)に示す軌跡から、小さな体動軌跡を取り除いた軌跡を示す。

【図9】図9は、振動方向がX方向に一致するように回転された呼吸振動軌跡の一例を示す。

【図10】図10は、動きベクトルの移動方向を判断する方法を説明する説明図である。

【図11】図11は、被験者の小さな体動軌跡と呼吸振動軌跡を含む重心軌跡を複数の動きベクトルに分解した様子を示す。

【図12】図12は、本発明の実施形態に係るベッドシステムの全体構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

<実施形態>

図1～図11を参照して、本発明の実施形態について説明する。

【0016】

図1に示す通り、本実施形態のベッドモニタリングシステム100は、荷重検出部1、画像情報検出部3、音声情報検出部4、温度情報検出部5、制御部6、記憶部7、表示部8を主に有する。荷重検出部1と制御部6とは、A/D変換部2を介して接続されている。制御部6には更に、報知部9及び入力部10が接続されている。

【0017】

荷重検出部1は、4つの荷重検出器11、12、13、14を備える。荷重検出器11、12、13、14のそれぞれは、例えばビーム形のロードセルを用いて荷重を検出する荷重検出器である。このような荷重検出器は例えば、特許第4829020号や特許第4002905号に記載されている。荷重検出器11、12、13、14はそれぞれ、配線によりA/D変換部2に接続されている。

【0018】

荷重検出部1の4つの荷重検出器11、12、13、14は、被験者が使用するベッドの脚の下に配置される。具体的には荷重検出器11、12、13、14は、図2(a)、図2(b)に示す通り、ベッドBDの四隅の脚の下端部に取り付けられたキャスターC₁、C₂、C₃、C₄の下にそれぞれ配置される。

【0019】

A/D変換部2は、荷重検出部1からのアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換器を備え、荷重検出部1と制御部6にそれぞれ配線で接続されている。

【0020】

10

20

30

40

50

画像情報検出部 3 は、本実施形態では、ベッド B D の上面の全領域を撮影できるようにベッド B D の上方の天井 C E に取り付けられたビデオカメラであり、ベッド B D 上の被験者を暗所でも撮影できるように赤外線撮影機能を備える。

【 0 0 2 1 】

音声情報検出部 4 は、本実施形態では、ベッド B D のヘッドボード B D 1 に設けられた薄型マイクである。音声情報検出部 4 は、ベッド B D 上の被験者の呼吸音等を良好に採取できるように、被験者の頭部に近いヘッドボード B D 1 に内蔵されている。

【 0 0 2 2 】

温度情報検出部 5 は、本実施形態では、ベッド B D の上面の全領域を検出できるように、ベッド B D の上方の天井 C E に取り付けられた赤外線サーモグラフィである。

10

【 0 0 2 3 】

画像情報検出部 3、音声情報検出部 4、温度情報検出部 5 は、それぞれ、配線により制御部 6 に接続されている。

【 0 0 2 4 】

制御部 6 は、専用又は汎用のコンピュータであり、内部に重心位置算出部 6 1、体動情報推定部（体動情報決定部）6 2、呼吸情報算出部 6 3、状態判定部 6 4 が構築されている。

【 0 0 2 5 】

記憶部 7 は、ベッドモニタリングシステム 1 0 0 において、検出 / 推定 / 算出される各種情報や、状態判定に使用される参照データ等を記憶する記憶装置であり、例えばハードディスク（磁気ディスク）を用いることができる。表示部 8 は、制御部 6 から出力される情報をベッドモニタリングシステム 1 0 0 の使用者に表示する液晶モニター等のモニターである。

20

【 0 0 2 6 】

報知部 9 は、制御部 6 からの情報に基づいて所定の報知を聴覚的に行う装置、例えばスピーカを備える。入力部 1 0 は、制御部 6 に対して所定の入力を行うためのインターフェイスであり、キーボード及びマウスにし得る。

【 0 0 2 7 】

このようなベッドモニタリングシステム 1 0 0 を使用してベッド上の被験者をモニターする動作について説明する。ここで、被験者のモニターは、一例として、被験者の体動や呼吸の様子を求めることや、被験者がベッド B D 上に存在しているか否かの在床判定、被験者の生死判定等を含む（詳細後述）。

30

【 0 0 2 8 】

ベッドモニタリングシステム 1 0 0 を使用した被験者のモニターは、図 3 に示す通り、被験者の荷重を検出する荷重検出工程（S 1）、検出した荷重に基づいて被験者の重心位置の時間的変動（重心軌跡）を算出する重心軌跡算出工程（S 2）、求めた重心軌跡に基づいて被験者の体動に関する情報を推定（決定）する体動情報推定工程（S 3）、求めた重心軌跡に基づいて被験者の呼吸に関する情報を算出する呼吸情報算出工程（S 4）、ベッド上の被験者に関する画像情報を検出する画像情報検出工程（S 5）、ベッド上の被験者に関する音声情報を検出する音声情報検出工程（S 6）、ベッド上の被験者に関する温度情報を検出する温度情報検出工程（S 7）、被験者の重心位置、体動情報、呼吸情報、画像情報、音声情報、温度情報に基づいて被験者の状態を判定する状態判定工程（S 8）、及び判定した被験者の状態を表示する表示工程（S 9）を含む。

40

【 0 0 2 9 】

< 荷重検出工程 >

荷重検出工程 S 1 では、荷重検出器 1 1、1 2、1 3、1 4 を用いてベッド B D 上の被験者 S の荷重を検出する。荷重検出器 1 1、1 2、1 3、1 4 は、上記の通りキャスター C₁、C₂、C₃、C₄ の下にそれぞれ配置されているため、ベッド B D の上面に加えられる荷重は、4 つの荷重検出器 1 1、1 2、1 3、1 4 に分散して検知される。

【 0 0 3 0 】

50

荷重検出器 11、12、13、14 はそれぞれ、荷重（荷重変化）を検出してアナログ信号として A/D 変換部 2 に出力する。A/D 変換部 2 は、サンプリング周期を例えば 5 ミリ秒として、アナログ信号をデジタル信号に変換し、デジタル信号（以下「荷重信号」）として制御部 6 に出力する。以下では、荷重検出器 11、12、13、14 から出力され、A/D 変換部 2 においてデジタル変換された荷重信号を、それぞれ荷重信号 s_1 、 s_2 、 s_3 、 s_4 と呼ぶ。

【0031】

< 重心軌跡算出工程 >

重心軌跡算出工程 S2 では、重心位置算出部 61 が、荷重検出器 11 ~ 14 からの荷重信号 $s_1 \sim s_4$ に基づいてベッド BD 上の被験者 S の重心 G の位置 $G(X, Y)$ を所定の周期 T（例えば上記のサンプリング周期 5 ミリ秒に等しい）で算出し、被験者 S の重心 G の位置の時間的変動（重心軌跡 GT）を求める。ここで、 (X, Y) は、ベッド BD の中心部を原点として長手方向に X を、短手方向に Y を取った XY 座標面上における座標を示す（図 2(a)）。

10

【0032】

重心位置算出部 61 による重心 G の位置 $G(X, Y)$ の算出は、次の演算により行われる。すなわち $G(X, Y)$ は、荷重検出器 11、12、13、14 の座標をそれぞれ (X_{11}, Y_{11}) 、 (X_{12}, Y_{12}) 、 (X_{13}, Y_{13}) 、 (X_{14}, Y_{14}) 、荷重検出器 11、12、13、14 の荷重の検出値をそれぞれ W_{11} 、 W_{12} 、 W_{13} 、 W_{14} として、次式により算出される。

20

【数 1】

$$X = \frac{X_{11} \times W_{11} + X_{12} \times W_{12} + X_{13} \times W_{13} + X_{14} \times W_{14}}{W_{11} + W_{12} + W_{13} + W_{14}}$$

【数 2】

$$Y = \frac{Y_{11} \times W_{11} + Y_{12} \times W_{12} + Y_{13} \times W_{13} + Y_{14} \times W_{14}}{W_{11} + W_{12} + W_{13} + W_{14}}$$

30

【0033】

重心位置算出部 61 は、上記の数式 1、数式 2 に基づいて重心 G の位置 $G(X, Y)$ を所定のサンプリング周期 T で算出しながら、重心 G の位置 $G(X, Y)$ の時間的変動、即ち重心軌跡 GT を求め、例えば記憶部 7 に記憶させる。

【0034】

< 体動情報推定工程 S3、呼吸情報算出工程 S4 >

体動情報推定工程 S3 では、体動情報推定部 62 が、重心軌跡算出工程 S2 で算出した重心軌跡 GT に基づいて被験者の体動に関する情報を推定する。呼吸情報算出工程 S4 では、呼吸情報算出部 63 が、重心軌跡算出工程 S2 で算出した重心軌跡 GT 及び被験者の体動に関する情報に基づいて被験者の呼吸に関する情報（呼吸数、呼吸換気量等）を算出する。

40

【0035】

被験者 S の体動に関する情報の推定、及び被験者 S の呼吸に関する情報の算出は、次の原理に基づいて行われる。

【0036】

本発明の発明者は、ベッド BD 上の被験者 S の生体活動（身体移動及び呼吸を含む）と被験者 S の重心 G の位置の時間的変動の様子との観察に基づき、被験者 S の生体活動を「大きな体動」、「小さな体動」、及び「呼吸」に分類できること、及び大きな体動に応じ

50

た重心 G の位置の時間的変動の軌跡（以下「大きな体動軌跡」と呼ぶ）、小さな体動に応じた重心 G の位置の時間的変動の軌跡（以下「小さな体動軌跡」と呼ぶ）、及び呼吸に応じた重心 G の位置の時間的変動の軌跡（以下「呼吸振動軌跡」と呼ぶ）がそれぞれ異なる特徴を示すことを見出した。

【 0 0 3 7 】

本明細書及び本発明において、「大きな体動」とは、被験者の体動のうち胴体部（体幹）の移動を伴う比較的大きなものを意味し、具体的には例えば、寝返りや起き上がり等である。被験者に大きな体動が生じた時には、一般的に、被験者の体軸の向き（被験者の背骨の延びる向き）が変化する。

【 0 0 3 8 】

大きな体動を重心 G の位置の時間的変動の様子という観点から定義すると、一般的に大きな体動は、所定期間内に生じる所定距離以上の比較的長い距離の重心 G の移動、即ち重心 G の比較的高速度での移動を生じる体動であると定義できる。具体的には例えば、所定値 V を越える速度での重心移動を生じる体動を大きな体動と定義することができる。あるいは、小さな体動により生じる重心 G の位置の時間的変動との相違に基づき、例えば、単位時間内に、小さな体動による重心 G の移動距離と比較して、所定倍程度よりも大きく重心 G を移動させる体動を大きな体動と定義することもできる。大きな体動軌跡は、このような重心 G の移動の軌跡である。

【 0 0 3 9 】

本明細書及び本発明において、「小さな体動」とは、被験者の体動のうち胴体部（体幹）の移動を伴わない比較的小さいものを意味し、具体的には例えば、手足や頭部のみの運動等である。

【 0 0 4 0 】

小さな体動を重心 G の位置の時間的変動の様子という観点から定義すると、一般的に小さな体動は、単位時間内の比較的短い距離の重心 G の移動、即ち重心 G の比較的低速度での移動を生じる体動であると定義できる。具体的には例えば、移動速度が所定値 v 程度の重心移動を生じる体動を小さな体動と定義することができる。

【 0 0 4 1 】

また状態判定工程 S 8 で判定する内容によっては、小さな体動を、移動速度が所定値 v 程度であり、且つ周期性を有さず、被験者 S の体軸方向とは異なる方向に向かう重心移動を生じる体動を小さな体動と定義してもよい。例えば、身体状態の判定において「小さな体動」から手足の痙攣を除外できる場合にはこのような定義を採用し得る。小さな体動軌跡は、このような重心 G の移動の軌跡である。

【 0 0 4 2 】

呼吸に応じた重心 G の位置の時間的変動の様子は次の通りである。人間の呼吸は胸郭及び横隔膜を移動させて、肺を膨張及び収縮させることにより行われる。ここで吸気時、すなわち肺が膨張する時には横隔膜は下方に下がり、内臓も下方に移動する。一方で呼気時、すなわち肺が収縮する時には横隔膜は上方に上がり、内臓も上方に移動する。本発明の発明者は、このような呼吸に関する研究により、呼吸はこの内臓の上下移動に伴うために、呼吸により重心 G が被験者の上下方向（背骨の方向）即ち体軸方向にほぼ沿って振動することを見出した。したがって、体軸方向の重心の振動として現れる呼吸と、体軸方向とは異なる方向の重心の移動として現れる小さな体動とは区別できることが分かる。

【 0 0 4 3 】

本実施形態の体動情報推定部 6 2 は、大きな体動軌跡、小さな体動軌跡、呼吸振動軌跡が、上記の通り異なる特徴を有することに基づき、被験者の重心移動の軌跡中の大きな体動軌跡及び小さな体動軌跡を特定し、特定した大きな体動軌跡及び小さな体動軌跡に基づいて被験者の体動の内容を推定する。

【 0 0 4 4 】

同様に、本実施形態の呼吸情報算出部 6 3 は、被験者の重心移動の軌跡中の呼吸振動軌跡を特定し、特定した呼吸振動軌跡に基づいて被験者の呼吸情報、例えば呼吸数や呼吸換

10

20

30

40

50

気量を算出する。

【0045】

体動情報推定部62が、被験者Sの重心軌跡GTに基づいて被験者Sの体動情報を推定する方法の具体例は次の通りである。

【0046】

体動情報推定部62は、図4に示す通り、記憶部7から被験者Sの重心軌跡を取り出す重心軌跡取得部620と、取り出した重心軌跡GTに基づいて被験者Sの大きな体動の様子を推定する大きな体動情報推定部(第1体動情報決定部)621と、取り出した重心軌跡GTに基づいて被験者Sの小さな体動の様子を推定する小さな体動情報推定部(第2体動情報決定部)622とを備える。

10

【0047】

体動情報推定部62はまず、重心軌跡取得部620を用いて、所定期間における被験者Sの重心軌跡GTを記憶部7から取り出す。取り出される重心軌跡GTの一例は図5(a)に示す通りである。図5(a)に示す重心軌跡GTは、被験者Sが大きな体動(寝返り等)によりベッド上を左右方向に一往復していることを示している。また、大きな体動が生じていない期間(以下、「安定体位期間」と呼ぶ)において、被験者Sの重心Gが、領域A、B、C内でそれぞれ移動する様子を示している。領域A、B、C内での重心Gの移動は、被験者Sの小さな体動及び呼吸に起因して生じている。

【0048】

体動情報推定部62は、次いで、大きな体動情報推定部621を用いて、重心軌跡GTから被験者Sの大きな体動軌跡を特定する。大きな体動情報推定部621は、各サンプリング時刻における重心Gの位置を解析し、「大きな体動」の定義に基づき適宜大きな体動に応じた重心Gの移動の軌跡(大きな体動軌跡)を特定することができる。具体的には例えば、重心Gが、所定時間内に所定距離を越えて移動している場合に、この移動の軌跡が大きな体動軌跡であると特定する。

20

【0049】

大きな体動情報推定部621は、重心Gが所定時間内に所定距離を越えて移動したか否かを、次の方法を用いて判断する。まず、図5(a)に示す重心軌跡GTを、より低いサンプリング周波数に変換した重心軌跡GT1に変換する(図5(b))。より低いサンプリング周波数への変換は、サンプリング周期5ミリ秒で取得されている重心位置Gのデータを間引いたり、移動平均処理を施すことによって行うことができる。又は重心軌跡GTを周波数分解してローパスフィルタにより所定の低周波数成分を取り出すことによって行うことができる。なお、低いサンプリング周波数は、大きい体動を抽出するのに十分な程度に短い周期(大きい周波数)であり、且つ小さな体動や呼吸等の他の要因による重心の変動の影響を受けない程度に長い周期(小さい周波数)とすることが望ましい。

30

【0050】

図5(b)において、点A1と点B1との間の軌跡は、例えば、右方向に、所定値を越える速度で移動している。従って大きな体動情報推定部621は、この区間における軌跡を大きな体動軌跡であると特定する。同様に、点B2と点C1との間の軌跡も、例えば、左方向に、所定値を越える速度で移動している。従って大きな体動情報推定部621は、この区間における軌跡を大きな体動軌跡であると特定する。

40

【0051】

大きな体動情報推定部621は、次いで、特定した大きな体動軌跡に基づいて、被験者Sの大きな体動の内容を推定する。具体的には例えば、大きな体動軌跡が、ベッドBDの短手方向に沿った直線的な軌跡であれば、被験者Sが寝返りを行ったと推定する。別の例として、大きな体動軌跡が、ベッドBDの長手方向に沿った直線的な軌跡であれば、被験者Sが上体を起こしたと推定する。

【0052】

その他、様々な態様の被験者Sの大きな体動と、これらの大きな体動に伴って示される大きな体動軌跡との関係を示すテーブルを作成して記憶部7に記憶しておき、大きな体動

50

情報推定部 6 2 1 は、特定した大きな体動軌跡と記憶部 7 に記憶させたテーブルとを対照させて被験者 S の大きな体動の様子を推定してもよい。

【 0 0 5 3 】

大きな体動情報推定部 6 2 1 は、被験者 S の大きな体動の内容を推定すると同時に、又はこれと前後して、重心軌跡 G T から大きな体動軌跡を除去し、大きな体動軌跡が除去された重心軌跡 G T を小さな体動軌跡推定部 6 2 2 に送る。図 5 (a) に示す重心軌跡 G T から、大きな体動軌跡を除去したものを図 6 (a) ~ 図 6 (c) に示す。図 6 (a) は図 5 (a) の領域 A における重心軌跡 G T、図 6 (b) は図 5 (a) の領域 B における重心軌跡 G T、図 6 (c) は図 5 (a) の領域 C における重心軌跡 G T である。これらはそれぞれ、安定体位期間における重心軌跡 G T に相当する。

10

【 0 0 5 4 】

次に、体動情報推定部 6 2 は、小さな体動情報推定部 6 2 2 を用いて、大きな体動軌跡が除去された重心軌跡 G T を、小さな体動軌跡と呼吸振動軌跡とに分離し、小さな体動軌跡を特定する。具体的な工程を、領域 B の重心軌跡 G T (図 6 (b)) を小さな体動軌跡と呼吸振動軌跡とに分離する工程を例に説明する。

【 0 0 5 5 】

小さな体動情報推定部 6 2 2 は、各サンプリング時刻における重心 G の位置を解析し、「小さな体動」の定義及び / 又は呼吸振動軌跡の特性 (即ち、体軸方向に沿った周期的振動であるという特性) に基づき適宜小さな体動に応じた重心 G の移動の軌跡 (小さな体動軌跡) と呼吸振動軌跡とを分離することができる。具体的には例えば、重心軌跡 G T に含まれる特定の方向 (体軸方向) に周期的に振動する重心軌跡を呼吸振動軌跡とみなし、このような重心軌跡とは異なる重心軌跡を小さな体動軌跡とみなす。

20

【 0 0 5 6 】

図 6 (b) において、重心軌跡 G T は、呼吸のみによる重心 G の移動を表す部分 $g t 1$ 及び $g t 3$ と、呼吸及び小さな体動による重心 G の移動を表す部分 $g t 2$ を含んでおり、呼吸及び小さな体動による重心 G の移動を表す部分 $g t 2$ は、呼吸のみによる重心 G の移動を表す部分 $g t 1$ 、 $g t 3$ の重心軌跡とは異なり、特定の方向に周期的に振動していない (なお、部分 $g t 1$ 、 $g t 3$ の振動軌跡は、実際には振動方向に沿った一軸上に重複して現れているが、図 6 (b) においては、説明のため、体軸方向に直交する方向にずらして描いている。図 8 (a) ~ 図 8 (c)、図 9、図 1 1 においても同様である) 。

30

【 0 0 5 7 】

したがって、小さな体動軌跡を分離して抽出する方法としては、特定の方向に周期的に振動する重心軌跡 ($g t 1$ 、 $g t 3$) のみを呼吸振動軌跡とみなして除去し、その他の部分 ($g t 2$) を小さな体動軌跡として分離、抽出する。このような分離・抽出は例えば、過去の呼吸安定期 (被験者 S が体動を行わず呼吸のみを行っている期間) における重心変動の中から、周期的に繰り返される重心変動をフーリエ解析等の周波数解析で検出し、その周波数成分を持つ重心変化の方向を検出して、これを呼吸による重心変動とみなす。その上で、現在測定されている重心軌跡と呼吸振動軌跡の差分を小さい体動軌跡として抽出する。

40

【 0 0 5 8 】

他の方法としては、図 7 に示す通り、特定の方向に周期的に振動する重心軌跡とはなっていない部分 ($g t 2$) を、特定の方向に周期的に振動する重心軌跡の一部を構成する部分 $g t 2 1$ と、その他の部分 $g t 2 2$ とに分解する。そして、その他の部分 $g t 2 2$ のみを小さな体動軌跡とみなして分離、抽出する。

【 0 0 5 9 】

小さな体動情報推定部 6 2 2 は、特定した小さな体動軌跡に基づいて、被験者の小さな体動を判定する。具体的には例えば、小さな体動軌跡の長さ (重心 G の移動量) に基づいて、被験者 S の腕部及び脚部のいずれが動いたかを推定する。一般に、重量の大きい脚部が移動した場合に示される小さな体動軌跡の方が腕部が移動した場合に示される小さな体動軌跡よりも長くなる。別の例として、頭部の回転により示される特徴的な小さな体動軌

50

跡が特定されたことに基づいて、被験者 S が頭の向きを変えたと推定する。

【 0 0 6 0 】

その他、様々な態様の被験者 S の小さな体動と、これらの小さな体動に伴って示される小さな体動軌跡との関係を示すテーブルを作成して記憶部 7 に記憶しておき、小さな体動情報推定部 6 2 2 は、特定した小さな体動軌跡と記憶部 7 に記憶させたテーブルとを用いて被験者 S の小さな体動の様子を推定してもよい。

【 0 0 6 1 】

小さな体動情報算出部 6 2 2 は、小さな体動情報の推定と同時に、またはこれと前後して、小さな体動軌跡を分離して得られる呼吸振動軌跡を呼吸情報算出部 6 3 に送る。

【 0 0 6 2 】

図 6 (a) ~ 図 6 (c) に示される重心軌跡 G T から抽出された呼吸振動軌跡 G T r を、それぞれ図 8 (a) ~ 図 8 (c) に示す。図 8 (a) ~ 図 8 (c) に示される呼吸振動軌跡 G T r の往復動の回数が被験者 S の呼吸数に相当する。したがって呼吸情報算出部 6 3 は、図 8 (a) ~ 図 8 (c) に示される呼吸振動軌跡 G T r に基づいて被験者 S の呼吸数 (例えば 1 分間の呼吸数) を算出する。

【 0 0 6 3 】

具体的には呼吸情報算出部 6 3 は、まず被験者 S の重心軌跡 G T の呼吸振動軌跡 G T r を、振動方向が X 軸方向と一致するように回転する (図 9)。次に呼吸情報算出部 6 3 は、図 9 に示す呼吸振動軌跡 G T r に対して、多段フィルタバンクを用いて複数段のフィルタリングを行う。各段のフィルタリングにおいて高周波成分はノイズとして除去される。一方、各段のフィルタリングにより得られた低周波成分に対しては、次の段のフィルタリングが行われる。フィルタリングを所定の段数行った後、最終段の低周波成分を呼吸回数とみなすことができる。

【 0 0 6 4 】

次いで呼吸情報算出部 6 3 は、呼吸振動軌跡 G T r (図 9) に基づいて、被験者 S の 1 回の換気量を推定する。なお、呼吸換気量とは、呼吸の深さに相当する物理量である。

【 0 0 6 5 】

大きく深い呼吸の時、吸気時に肺が膨張する時には横隔膜は通常の吸気よりも大きく移動して下方に下がり、内臓も大きく下方に移動する。一方で呼気時、すなわち肺が収縮する時には横隔膜は通常の呼気よりも大きく移動して上方に上がり、内臓も大きく上方に移動する。その反対に小さく浅い呼吸の時は、内臓の動きは通常状態より小さくなる。本発明の発明者は研究により、呼吸の大きさに応じて、この内臓移動に伴う重心 G のわずかな移動に更に変化が現れることを見出した。具体的には、大きく深い呼吸の時は、振幅が通常時より大きくなり、小さく浅い呼吸の時は、振幅が通常時より小さくなる。1 回の換気量は、この振幅と相関付けを行うことで、算出できる。例えば、あらかじめ被験者がベッドで仰向けの状態で、大きく深い呼吸を行い、その時の換気量と振幅を記録しておく。また、小さく浅い呼吸を行い、その時の換気量と振幅を記録しておく。取得した呼吸に基づく重心軌跡に基づいて、振幅より呼吸換気量を算出する。一回の換気量を算出することで、1 分間の分時換気量を算出することも可能になる。1 分間の呼吸回数と分時換気量が解ることで、被験者 S の呼吸状態が総合的に良い状態にあるのか悪い状態にあるのかをモニターすることができる。

【 0 0 6 6 】

< 画像情報検出工程 S 5、音声情報検出工程 S 6、温度情報検出工程 S 7 >

画像情報検出工程 S 5 では、画像情報検出部 3 がベッド B D 上を撮影して被験者 S に関する画像情報を検出し、検出した画像情報を制御部 6 に送る。画像情報検出部 3 により検出される画像情報は、例えば、ベッド B D 上の被験者の体動の様子である。また、被験者 S が存在しないベッド B D の上面の画像も画像情報の一種であり、例えば被験者の在床判定等に使用し得る。

【 0 0 6 7 】

音声情報検出工程 S 6 では、音声情報検出部 4 がベッド B D 上の被験者 S に関する音声

10

20

30

40

50

情報を検出し、検出した音声情報を制御部 6 に送る。音声情報検出部 4 により検出される音声情報は、例えば、被験者 S の発話、寝言、呼吸音、いびき、くしゃみ、あくび等である。

【 0 0 6 8 】

温度情報検出工程 S 7 では、温度情報検出部 5 がベッド B D 上の被験者 S に関する温度情報を検出し、検出した温度情報を制御部 6 に送る。温度情報検出部 5 により検出される温度情報は、例えば、被験者 S の体表温度分布である。

【 0 0 6 9 】

制御部 6 は、重心位置算出工程 S 2 において算出された被験者 S の重心軌跡 G T、体動情報推定工程 S 3 において推定された被験者 S の体動情報、呼吸情報算出工程 S 4 において算出された被験者 S の呼吸情報、画像情報検出工程 S 5 において検出された被験者 S の画像情報、音声情報検出工程において検出された被験者 S の音声情報、及び温度情報検出工程において検出された被験者 S の温度情報を同期させて状態判定部 6 4 に送る。

10

【 0 0 7 0 】

< 状態判定工程 S 8 >

状態判定工程 S 8 では、状態判定部 6 4 が、被験者 S の重心位置（重心軌跡）、体動情報、及び呼吸情報の少なくとも 1 つと、被験者 S の画像情報、音声情報及び温度情報の少なくとも 1 つとに基づいて被験者 S の各種状態を判定する。状態判定部 6 4 により判定される被験者 S の状態の一例は次の通りである。

20

- (1) 小さな体動の内容
- (2) 呼吸の状態
- (3) 転落危険状態
- (4) 睡眠 / 覚醒
- (5) 看取り時期
- (6) 生死判断

【 0 0 7 1 】

- (1) 小さな体動の内容

状態判定部 6 4 は、体動情報推定部 6 2 が推定する被験者 S の小さな体動の内容と、画像情報検出部 3 が検出する被験者 S の体動の様子とに基づいて、被験者 S の小さな体動の内容を判定できる。

30

【 0 0 7 2 】

小さな体動は、大きな体動とは異なり、手足の比較的複雑な移動を含むため、ある形状の小さな重心軌跡が、複数種類の小さな体動と対応し得る。例えば、右腕と左腕は一般的に略同じ重量であるため、左腕を右側に所定距離だけ移動した場合に示される小さな重心軌跡と、右腕を右側に同一の所定距離だけ移動した場合に示される小さな重心軌跡とは略等しい。

【 0 0 7 3 】

状態判定部 6 4 は、小さな体動情報推定部 6 2 2 が、小さな重心軌跡に基づいて小さな体動の内容を推定できない場合に、画像情報検出部 3 が検出する被験者 S の体動の様子を用いて、被験者 S の小さな体動の内容を判定する。

40

【 0 0 7 4 】

このように、必要に応じて画像情報検出部 3 からの画像情報を用いることで、被験者 S の小さな体動の内容を精確に判定できる。

【 0 0 7 5 】

なお、小さな体動の内容の判定を行うための画像情報検出部 3 による撮像は常に行う必要はなく、例えば、被験者 S の重心 G が体軸方向とは異なる方向に移動しており呼吸とは異なる体動が生じていると考えられる場合にのみ行ってもよい。また、画像情報検出部 3 により検出された被験者 S に関する画像情報は、小さな体動の判定を行うために使用されることがないと確定した時点で消去されてもよい。このように撮像及び記憶する画像を最小限とすることで、睡眠中の被験者のプライバシーを保護することができる。

50

【 0 0 7 6 】

また、温度情報検出部 5 からの温度情報（体表温度分布）によってベッド B D 上の被験者 S の姿勢を把握することも可能であるため、画像情報検出部 3 からの画像情報に代えて温度情報検出部 5 からの温度情報を用いてもよい。被験者 S の顔や表情を撮影することなく体表温度分布により被験者 S の姿勢を把握することによっても、被験者 S のプライバシーを保護できる。

【 0 0 7 7 】

なお、小さな体動の内容の判定と同様に、体動情報推定部 6 2 が推定する被験者 S の大きな体動の内容と、画像情報検出部 3 が検出する被験者 S の体動の様子とに基づいて、被験者 S の大きな体動の内容を精確に判定することもできる。

10

【 0 0 7 8 】

(2) 呼吸状態

状態判定部 6 4 は、呼吸情報算出部 6 3 が算出する被験者 S の呼吸情報と、音声情報検出部 4 が検出する被験者 S の音声情報（呼吸音）とに基づいて、被験者 S の呼吸状態を判定できる。

【 0 0 7 9 】

状態判定部 6 4 により判定される呼吸状態は、一例として、発話、いびき、寝言、閉塞性無呼吸等である。

【 0 0 8 0 】

被験者 S が発話し又は寝言やいびきを発した時には、発話、いびき、寝言は、体動情報推定部 6 2 から呼吸数算出部 6 3 に送られる呼吸振動軌跡 G T r において微小なノイズとして現れる。したがって例えば、状態判定部 6 4 は、呼吸振動軌跡 G T r にノイズが発生している旨の通知を呼吸情報算出部 6 3 から受けた場合に、音声情報検出部 4 が検出する被験者 S の呼吸音を参照して、当該ノイズが発話、いびき、寝言のいずれによるものかを判定する。

20

【 0 0 8 1 】

また、被験者 S が睡眠時無呼吸症候群の主な症状である閉塞性無呼吸の状態に至った場合には、被験者 S の上気道が閉塞されて呼吸が制限されることにより呼吸振動軌跡 G T r の振幅が極端に小さくなり、その後被験者 S の呼吸再開に伴い、呼吸振動軌跡 G T r の振幅が一時的に大きくなる。したがって例えば、状態判定部 6 4 は、呼吸振動軌跡 G T r の振幅が所定値以下となった旨の通知を呼吸情報算出部 6 3 から受けた場合に、音声情報検出部 4 が検出する被験者 S の呼吸音を参照して、被験者 S が閉塞性無呼吸の状態に至っているか否かを判定する。

30

【 0 0 8 2 】

このように、呼吸振動軌跡 G T r のみではなく、音声情報検出部 4 により検出した被験者 S の音声情報も用いた判定を行うことで、被験者 S の呼吸状態をより精確に判定できる。

【 0 0 8 3 】

なお、呼吸情報算出部 6 3 は、呼吸振動軌跡に含まれるノイズの原因が、発話、いびき、寝言のいずれかであると判定された場合に、当該ノイズを除去した上で呼吸数や呼吸換気量の算出を行っても良い。このようなノイズ除去を行うことにより、呼吸数や呼吸換気量の算出をより精度良く行うことができる。

40

【 0 0 8 4 】

(3) 転落危険状態

状態判定部 6 4 は、重心位置算出部 6 1 が算出する被験者 S の重心 G の位置と、画像情報検出部 3 が検出する被験者 S の画像情報とに基づいて、被験者 S が転落危険状態（ベッドから転落する危険性のある状態）にあるか否かを判定できる。

【 0 0 8 5 】

一例として、状態判定部 6 4 は、被験者 S の重心 G とベッド B D の縁との間の距離が所定値以下となった場合に、画像情報検出部 3 が検出する被験者 S の画像情報を参照し、当

50

該画像情報において被験者Sが所定の状態（片足や片手がベッドから垂れ下がっている等）にある場合に、被験者Sが転落危険状態にあると判定する。

【0086】

このように、被験者Sの重心Gの位置のみではなく、画像情報検出部4により検出した被験者Sの画像情報も用いた判定を行うことで、被験者Sが転落危険状態にあるか否かを精確に判定できる。なお、被験者Sの重心GとベッドBDの縁との間の距離が所定値以下となった場合にのみ画像情報検出部3による画像情報の検出を行うように構成したり、画像情報に代えて温度情報検出部5により検出される体表温度分布を用いることで、被験者Sのプライバシーを保護できる。

【0087】

(4) 睡眠/覚醒

状態判定部64は、体動情報推定部62が推定する被験者Sの体動、呼吸情報算出部63が算出する被験者Sの呼吸情報、温度情報検出部5が検出する被験者Sの温度情報等に基づいて、被験者Sが睡眠状態にあるか、覚醒状態にあるかを判定できる。

【0088】

一例として、状態判定部64は、被験者Sの小さな体動の頻度、及び1分間の呼吸数が所定値以下であり、且つ被験者Sの体温（体表温度分布に基づいて算出される）が所定幅を越えて低下したことに基づいて、被験者Sが睡眠状態にあると判定する。

【0089】

(5) 看取り時期

状態判定部64は、体動情報推定部62が推定する被験者Sの体動、呼吸情報算出部63が算出する被験者Sの呼吸情報、温度情報検出部5が検出する被験者Sの温度情報等に基づいて、被験者Sが看取り時期（即ち、死期）の迫った状態にあるか否かを判定する。

【0090】

一例として、状態判定部64は、被験者Sの体動の減少、体温の低下、呼吸振動軌跡の振幅の減少（呼吸換気量の低下）、体重の減少（荷重検出部1の検出値から求められる）等が発生していることに基づいて、被験者Sが看取り時期の迫った状態にあると判定する。

【0091】

(6) 生死判定

状態判定部64は、体動情報推定部62により推定される被験者Sの体動情報、呼吸情報算出部63により算出される被験者Sの呼吸情報、画像情報検出部3により検出される被験者Sの画像情報、音声情報検出部4により検出される被験者Sの音声情報、温度情報検出部5により検出される被験者Sの温度情報を総合的に用いて、被験者Sの生死判定を行う。

【0092】

具体的には例えば、状態判定部64は、被験者Sの体動及び呼吸がある一定の条件の下で停止し、且つ被験者Sの体温が所定温度以下に低下した場合に、被験者Sが死亡したと判定することができる。ある一定の条件は、使用者である医師等の判断により設定することができる。

【0093】

<表示工程>

表示工程S9では、状態判定部64が判定した被験者Sの状態をモニターに表示する。またモニターには、呼吸情報算出部63が算出した呼吸数、呼吸換気量も表示される。使用者は、モニターを目視することで、被験者Sの呼吸数、呼吸換気量、その他の各種状態をモニターすることができる。

【0094】

ベッドモニタリングシステム100の使用者は、被験者Sが所定の状態に至ったら報知部9により報知がなされるよう設定することもできる。例えば使用者は、入力部10を用いて被験者Sが転落危険状態や無呼吸状態となったとき、被験者Sに看取り時期が迫った

10

20

30

40

50

ときに報知がなされるよう設定することができる。

【0095】

本実施形態のベッドモニタリングシステム100の効果を以下にまとめる。

【0096】

本実施形態のベッドモニタリングシステム100は、ベッドBDの脚の下に配置した荷重検出器11～14を用いて求められる被験者Sの重心位置、体動情報及び呼吸情報の少なくとも1つと、画像情報検出部3、音声情報検出部4、温度情報検出部5により検出される画像情報、音声情報及び温度情報の少なくとも1つに基づいて、被験者Sの状態を判定している。このように被験者に関する多様な情報に基づいて状態判定を行うため、被験者に関する様々な項目を精度良くモニタリングすることができる。

10

【0097】

また、荷重検出器、画像情報検出部、音声情報検出部、温度情報検出部がいずれも非侵襲で被験者に関する情報を検出するため、被験者に違和感や不快感を与えることがない。

【0098】

本実施形態のベッドモニタリングシステム100は、被験者Sの重心軌跡GTから、被験者Sの体動に起因する重心Gの移動の軌跡を除去し、被験者Sの呼吸に起因する重心Gの移動の軌跡のみを抽出して被験者Sの呼吸数を算出しているため、算出された呼吸数の精度が高い。

【0099】

上記実施形態のベッドモニタリングシステム100、及びこれを用いた被験者Sのモニタリングにおいて、次の変形態様を採用することもできる。

20

【0100】

上記実施形態のベッドモニタリングシステム100の体動情報推定部62の大きな体動情報推定部621は、次の方法により被験者Sの重心軌跡GTに含まれる大きな体動軌跡を特定することもできる。

【0101】

大きな体動情報推定部621は、被験者Sの重心Gが略一方向に所定時間内に所定距離を超えて移動した場合に大きな体動が生じたと判断し、この期間の重心軌跡GTが大きな体動軌跡であると特定する。重心Gが略一方向に移動しているか否かは、一例として、所定のサンプリング期間における重心Gの動きベクトルと、次のサンプリング期間における重心Gの動きベクトルとの間の角度が所定の角度以下であるか否かに基づいて判断することができる。

30

【0102】

具体的には例えば、図10に示すように、重心Gの動きベクトル $v_2 \sim v_4$ は、その直前のサンプリング期間における動きベクトルに対して、約 5° 以下の角度を有しているが、動きベクトル v_5 は、その直前のサンプリング期間における動きベクトル v_4 に対して 5° 以上の角度を有している。このような場合、重心Gは、動きベクトル $v_1 \sim v_4$ に対応するサンプリング期間においては略一定方向に移動し、動きベクトル v_5 に対応するサンプリング期間においては移動方向が変更されたとみなすことができる。

40

【0103】

大きな体動情報推定部621は、移動方向が変更されたとみなした場合には、移動方向の変更があった時点の前の動きベクトル(ここでは動きベクトル $v_1 \sim v_5$)に基づき、所定時間内に所定距離を越える移動が生じていたか否かを判定する。そして、所定時間内に所定距離を越える移動が生じていた場合は、これらの動きベクトルにより表される軌跡は大きな体動軌跡であると特定する。

【0104】

なお、動きベクトルを用いた大きな体動軌跡の特定を行う前に、重心軌跡GTをローパスフィルタでフィルタリングしてもよい。これにより高周波成分(ノイズ)が除去され、特定の精度を向上させることができる。

【0105】

50

上記実施形態のベッドモニタリングシステム100の体動情報推定部62の小さな体動情報推定部622は、外れ値除去の方法により被験者Sの小さな体動軌跡及び呼吸振動軌跡を特定することもできる。

【0106】

具体的には、大きな体動軌跡が除去された重心軌跡が、図11のように、 $v_6 \sim v_{46}$ までの41個の動きベクトルを含んでいるものとする。小さな体動情報推定部622はまず、これらの41個の動きベクトルから最頻値ベクトル v_f の向きを求める。動きベクトル $v_6 \sim v_{46}$ はそれぞれ向きを有するが、図11に示されるように、動きベクトル $v_6 \sim v_{46}$ のいくつかは、それぞれ互いに同一の向きを有している。最頻値ベクトル v_f の向きは、動きベクトル $v_6 \sim v_{46}$ の向きのうち、最も多く表れる向きに等しく、図10から明らかのように動きベクトル $v_6 \sim v_{37}$ のいずれかの向きに等しい。

10

【0107】

次に、小さな体動情報推定部622は、動きベクトル $v_6 \sim v_{46}$ の内、自らの向きと最頻値ベクトル v_f の向き（又は最頻値ベクトル v_f に対して 180° の角度を有する向き）との間の相違が一定の閾値以下の動きベクトルを多数派ベクトルとみなし、自らの向きと最頻値ベクトル v_f の向き（及び最頻値ベクトル v_f に対して 180° の角度を有する向き）との間の相違が一定の閾値よりも大きい動きベクトルを少数派ベクトルとみなす。具体的には、被験者Sの体軸方向にほぼ沿った向きを有する動きベクトル $v_6 \sim v_{37}$ を多数派ベクトルとみなし、その他の動きベクトル $v_{38} \sim v_{46}$ を少数派ベクトルとみなす。そして多数派ベクトルを除去する（少数派ベクトルを抽出する）。これにより小さな体動情報推定部622は、既に大きな体動軌跡が除去された重心軌跡GTに含まれる呼吸振動軌跡を特定し、更に小さな体動軌跡を特定する。

20

【0108】

ベッドモニタリングシステム100の制御部3には、更に心拍数算出部が構築されていてもよい。心拍数算出部は、荷重検出部1からの荷重信号より心拍成分を取り出す。具体的には次の方法を用いる。心拍成分は、 $0.5\text{Hz} \sim 2.5\text{Hz}$ の帯域にある信号成分であるため、心拍数算出部は4つの荷重検出器11~14の出力値より、この周波数帯域の信号成分を取り出す。心拍数算出部は次いで重心軌跡算出工程S2と同様の方法により心拍成分での重心軌跡を算出する。

【0109】

発明者は、心拍成分での重心軌跡が心拍に応じて、体軸方向に対して傾いた方向に振動していることを見出した。したがって、この振動の数を特定することで心拍数を特定できる。

30

【0110】

また、心拍情報算出部は、心拍に基づく重心軌跡に基づいて、被験者Sの1回の心拍出量を推定する。振幅1回分が心拍1回に相当するため、1回の心拍出量は、この振幅と相関付けを行うことで、推定できる。例えば、あらかじめ被験者がベッドで仰向けの状態で、その時の心拍出量と振幅を記録しておく。取得した心拍に基づく重心軌跡に基づいて、振幅より心拍出量を算出する。心拍数と心拍出量より被験者Sの血圧状態が総合的に良い状態にあるのか悪い状態にあるのかをモニターすることができる。また、前述の1分間の呼吸回数と分時換気量を組み合わせることで、被験者Sの健康状態が総合的に良い状態にあるのか悪い状態にあるのかをモニターすることができる。

40

【0111】

状態判定部64は、状態判定工程S8における睡眠/覚醒の判定、看取り時期の判定、生死判定等において、心拍数や心拍出量を参照した判定を行うことができる。

【0112】

上記実施形態のベッドモニタリングシステム100において、音声情報検出部4は、ベッドBDのヘッドボードBD1に設けられた薄型マイクに代えて、又はこれに加えて、寝具の下に位置するよう床板BD2の上面に設けられた薄型マイクを含んでも良い。このようなマイクによれば、被験者Sの心音を被験者Sの音声情報として検出することができる。

50

。

【0113】

音声情報検出部4により検出された心音は、例えば心拍数の算出に使用することができる。また医者である使用者は、ベッドモニタリングシステム100の表示部8に表示される被験者Sの体動や呼吸の様子をモニターしながら被験者Sの心音を確認することで、ベッドから離れた場所で簡易な診察を行うことができる。

【0114】

上記実施形態のベッドモニタリングシステム100は、必ずしも画像情報検出部3、音声情報検出部4、温度情報検出部5の全てを備える必要はなく、これらの内のいずれか一つを有するのみでもよい。本発明及び本明細書では、ベッドモニタリングシステムが備える画像情報検出部、音声情報検出部、温度情報検出部の少なくとも一つを総称して被験者情報検出部と呼ぶ。

10

【0115】

上記実施形態のベッドモニタリングシステム100においては、呼吸情報算出部63はウェーブレット変換を用いて被験者Sの呼吸数を算出していたが、その他の方法も可能である。具体的には例えば、まず図9に示す呼吸振動軌跡GTrから、X軸方向において最も正側に位置する点及びX軸方向において最も負側に位置する点を求め、両点のX座標の中間値Xmを算出する。この中間値Xmは、図9に示すように、呼吸振動軌跡GTrの振動中心であるとみなすことができる。次いで呼吸情報算出部63は、呼吸振動軌跡GTrがこの中間値XmをまたいでX軸方向に負側から正側へ移動する回数、又は正側から負側へ移動する回数を求めることにより、呼吸振動軌跡GTrの振動数、即ち呼吸数を算出する。

20

【0116】

上記の実施形態において、荷重検出器11、12、13、14は、ビーム形ロードセルを用いた荷重センサに限られず、例えばフォースセンサを使用することもできる。

【0117】

なお、上記の実施形態において、荷重検出器は4つに限られない。ベッドBDに追加の脚を設けて5つ以上の荷重検出器を使用してもよい。又はベッドBDの脚のうち3つのみに荷重検出器を配置してもよい。荷重検出器が3つの場合でも、これを一直線に配置しなければ、ベッドBD面上での被験者Sの重心位置Gを検出できる。

30

【0118】

上記の実施形態においては、荷重検出器11、12、13、14は、ベッドBDの脚の下端に取り付けられたキャスターC₁、C₂、C₃、C₄の下にそれぞれ配置されていたがこれには限られない。荷重検出器11、12、13、14はそれぞれ、ベッドBDの4本の脚とベッドBDの床板との間に設けられてもよいし、ベッドBDの4本の脚が上下に分割可能であれば、上部脚と下部脚との間に設けられても良い。また、荷重検出器11、12、13、14をベッドBDと一体型とし、ベッドBDと本実施形態のベッドモニタリングシステム100とからなるベッドシステムBDSを構成してもよい(図12)。なお、本明細書において「ベッドに設けられた荷重検出器」とは、上述のようにベッドBDの4本の脚とベッドBDの床板との間に設けられた荷重検出器や、上部脚と下部脚との間に設けられた荷重検出器を意味する。

40

【0119】

なお、上記の実施形態において、荷重検出部1とA/D変換部2との間に、荷重検出部1からの荷重信号を増幅する信号増幅部や、荷重信号からノイズを取り除くフィルタリング部を設けても良い。

【0120】

なお、上記実施形態のベッドモニタリングシステム100において、表示部8は、使用者が視覚的に認識できるようにモニター上に情報を表示するものには限られない。例えば表示部8は、被験者Sの状態を定期的に印字して出力するプリンタでもよく、又は睡眠状態なら青ランプの点灯、覚醒状態なら黄色ランプの点灯、無呼吸状態なら赤ランプの点灯

50

といった簡易な視覚的表現を用いて表示するものであってもよい。または表示部 5 は、被験者 S の状態を使用者に音声で伝えるものであってもよい。さらに、ベッドモニタリングシステム 100 は表示部 8 を有さなくてもよく、情報を出力する出力端子を有するのみであってもよい。表示を行うためのモニター（ディスプレイ装置）等は、当該出力端子を介してベッドモニタリングシステム 100 に接続される。

【0121】

なお、上記実施形態の報知部 9 は聴覚的に報知を行っていたが、報知部 9 は、光の点滅等によって視覚的に報知を行う構成であってもよく、振動により報知を行う構成であってもよい。また、上記実施形態のベッドモニタリングシステム 100 は、報知部 9 を有さなくても良い。

10

【0122】

なお、上記実施形態のベッドモニタリングシステム 100 において、配線によって接続されている構成同士は、それぞれ無線によって接続されていてもよい。

【0123】

本発明の特徴を維持する限り、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0124】

本発明のベッドモニタリングシステムによれば、ベッド上の被験者の状態を、様々な観点から、精確に、且つ非侵襲で判定することができる。したがって、本発明のベッドモニタリングシステムを医療や介護の現場で使用すれば、医療従事者や介護従事者の負担を軽減しつつ、患者や被介護者をより良好にケアすることが可能となる。

20

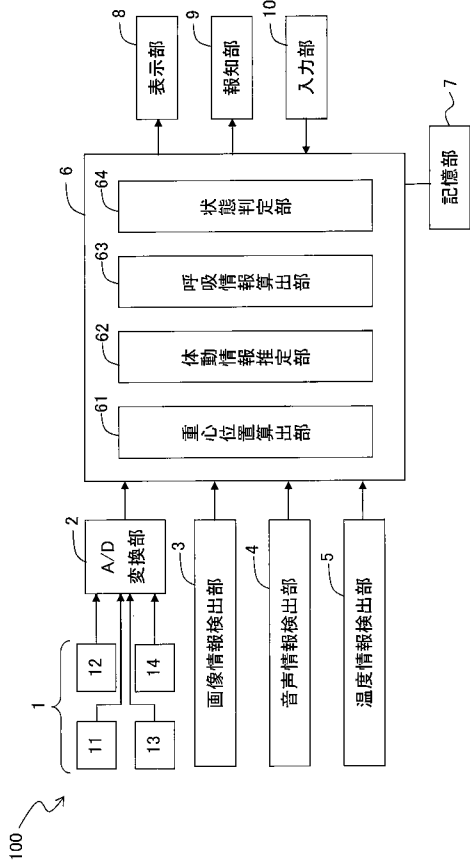
【符号の説明】

【0125】

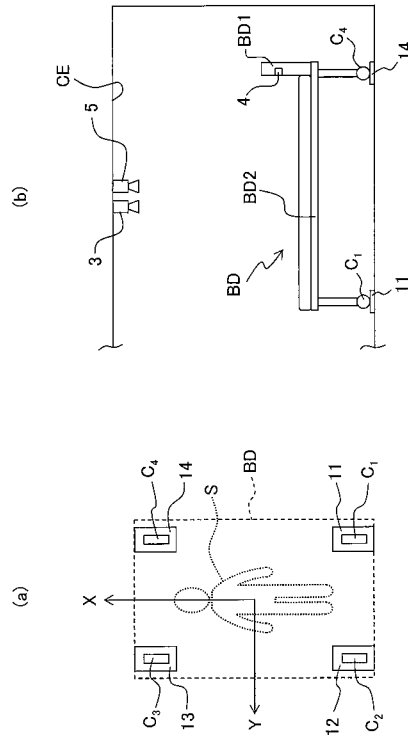
1 荷重検出部、11, 12, 13, 14 荷重検出器、2 A/D変換部、3 画像情報検出部、4 音声情報検出部、5 温度情報検出部、6 制御部、61 重心位置算出部、62 体動情報推定部、63 呼吸情報算出部、64 状態判定部、7 記憶部、8 表示部、9 報知部、10 入力部、100 ベッドモニタリングシステム、BD ベッド、BDS ベッドシステム、GT 重心軌跡、S 被験者

30

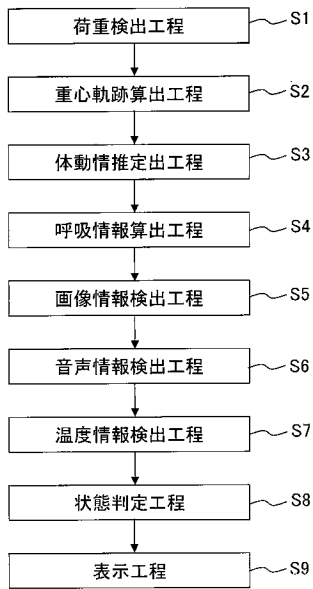
【 図 1 】



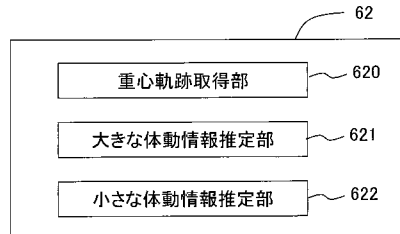
【 図 2 】



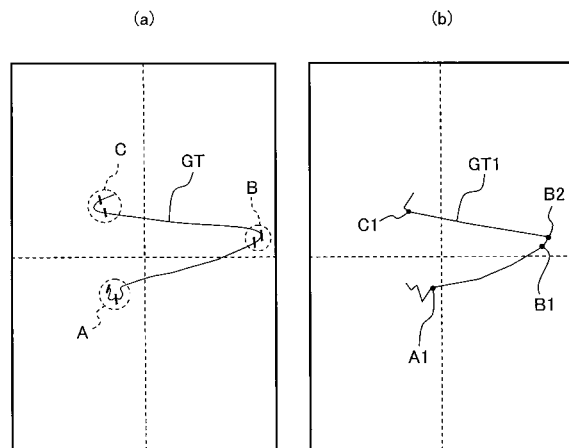
【 図 3 】



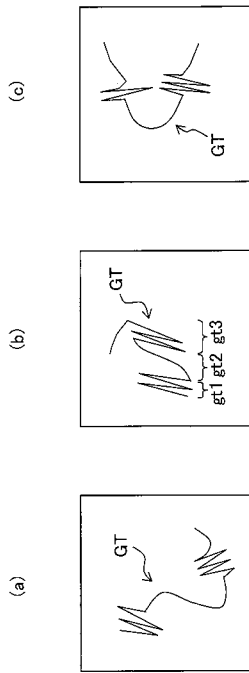
【 図 4 】



【 図 5 】



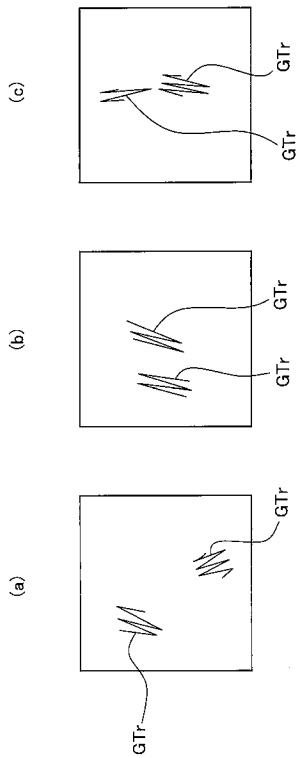
【 図 6 】



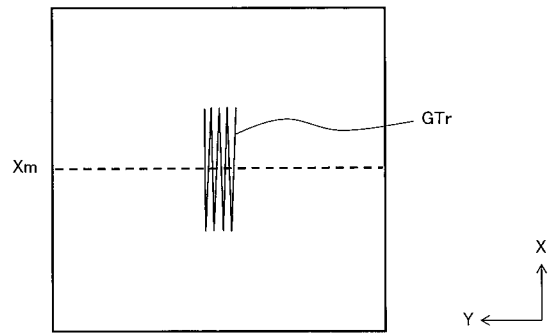
【 図 7 】

$$\underbrace{\text{curve}}_{gt2} = \underbrace{\text{line}}_{gt21} + \underbrace{\text{wavy line}}_{gt22}$$

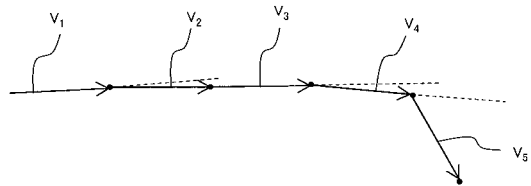
【 図 8 】



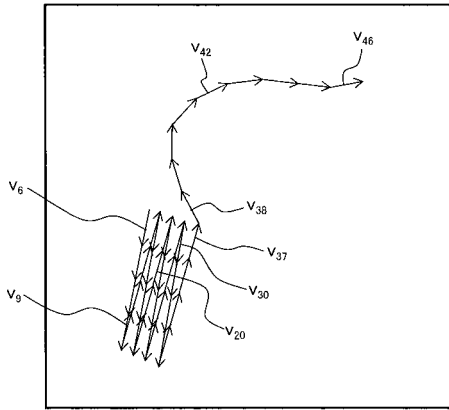
【 図 9 】



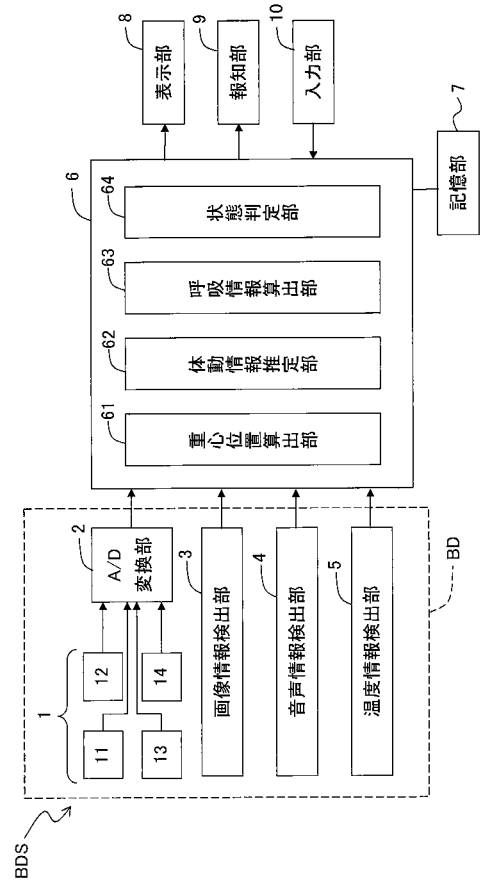
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 赤津 浩之

長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内

(72)発明者 飯田 徳仁

長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内

(72)発明者 磯野 史朗

千葉県千葉市中央区亥鼻 1 丁目 8 番 1 号 国立大学法人千葉大学 大学院医学研究院内

Fターム(参考) 4C117 XB06 XB17 XE24 XE26 XE29 XE43 XE48 XE52 XJ12 XJ13

XJ17 XJ46 XJ47 XR02

专利名称(译)	床监控系统		
公开(公告)号	JP2018126423A	公开(公告)日	2018-08-16
申请号	JP2017023032	申请日	2017-02-10
[标]申请(专利权)人(译)	美蓓亚株式会社		
申请(专利权)人(译)	美蓓亚株式会社三美 国立大学法人千叶大学		
[标]发明人	赤津浩之 飯田德仁 磯野史朗		
发明人	赤津 浩之 飯田 德仁 磯野 史朗		
IPC分类号	A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/00 A61B5/11 A61B5/01 A61B5/02141 A61B5/02444 A61B5/0816 A61B5/1113 A61B5/1117 A61B5/1128 A61B5/4809 A61B5/6891 A61B7/003 A61G7/0527		
FI分类号	A61B5/00.102.A		
F-TERM分类号	4C117/XB06 4C117/XB17 4C117/XE24 4C117/XE26 4C117/XE29 4C117/XE43 4C117/XE48 4C117 /XE52 4C117/XJ12 4C117/XJ13 4C117/XJ17 4C117/XJ46 4C117/XJ47 4C117/XR02		
代理人(译)	川北 喜十郎 藤田昌弘		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够非侵入性和准确地监测与受试者相关的各种物品的床监测系统。解决方案：用于监测床上物体的床监测系统包括：多个载荷探测器，布置在下部。床或床脚，以检测受试者的负荷；重力位置计算部分，用于根据检测到的负载获得对象的重力位置的时间变化；身体运动信息确定部分，用于基于获得的重力位置的时间变化，获得身体运动信息，该身体运动信息是与身体的呼吸不同的身体的整体或一部分的运动相关的信息；呼吸频率计算部分，用于基于由身体运动信息确定部分获得的重力位置和身体运动信息的所获得的时间变化来计算对象的呼吸频率；用于检测对象的图像信息，对象的声音信息和对象的温度信息中的至少一个信息的对象信息检测部分。图1：图1

