

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5416896号
(P5416896)

(45) 発行日 平成26年2月12日(2014.2.12)

(24) 登録日 平成25年11月22日(2013.11.22)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 5/11 (2006.01)
G 0 6 M 3/00 (2006.01)A 6 1 B 5/10 3 1 0 A
G 0 6 M 3/00 L

請求項の数 2 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2007-297350 (P2007-297350)
 (22) 出願日 平成19年11月15日(2007.11.15)
 (65) 公開番号 特開2009-119082 (P2009-119082A)
 (43) 公開日 平成21年6月4日(2009.6.4)
 審査請求日 平成22年11月12日(2010.11.12)

(73) 特許権者 507351883
 シチズン・システムズ株式会社
 東京都西東京市田無町六丁目1番12号
 (74) 代理人 100104190
 弁理士 酒井 昭徳
 (72) 発明者 堀 文久
 東京都西東京市田無町六丁目1番12号
 シチズン・システムズ株式会社内
 (72) 発明者 三浦 淳
 岩手県盛岡市上堂三丁目8番44号 株式
 会社イーアールアイ内
 (72) 発明者 千葉 隆広
 岩手県盛岡市上堂三丁目8番44号 株式
 会社イーアールアイ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 体動検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定間隔で検出される複数の体動を連続と判断し、連続した体動を所定回数検出したときに体動を歩行と判断する体動検出装置において、

歩行の判断がリセットされた後、

2つの体動が所定の誤差期間内で検出された場合、当該体動が周期性ありと判断する基準を第1連続判断基準とし、

2つの体動が所定の期間内で検出された場合、当該体動が連続性ありと判断する基準を第2連続判断基準とし、

前記第1連続判断基準で周期性ありと判断されず、かつ、前記第2連続判断基準で連続性ありと判断された体動を前記所定回数検出した時点で歩行と判断するとともに、

前記第1連続判断基準で周期性ありと判断された体動を、複数回数であって前記所定回数よりも少ない回数検出した時点で歩行と判断することを特徴とする体動検出装置。

【請求項 2】

所定間隔で検出される複数の体動を連続と判断し、連続した体動を所定期間検出したときに体動を歩行と判断する体動検出装置において、

歩行の判断がリセットされた後、

2つの体動が所定の誤差期間内で検出された場合、当該体動が周期性ありと判断する基準を第1連続判断基準とし、

2つの体動が前記所定期間よりも短い所定の期間内で検出された場合、当該体動が連続

10

20

性ありと判断する基準を第2連続判断基準とし、

前記第1連続判断基準で周期性ありと判断されず、かつ、前記第2連続判断基準で連続性ありと判断された体動を前記所定期間検出した時点で歩行と判断するとともに、

前記第1連続判断基準で周期性ありと判断された体動を、複数回数検出できる期間であって前記所定期間よりも短い期間検出した時点で歩行と判断することを特徴とする体動検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、体動検出装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

体動検出装置の一つに歩数計がある。歩数計は、加速度センサにより歩行者の上下方向の加速度を検出し、その検出値の変化に基づいて歩数（体動）を計数する。このような歩数計の場合、歩数計を操作する際の振動や、歩数計を着脱する際の振動などによって発生する加速度の変化を、歩行による加速度の変化であると誤って判断してしまい、カウントした歩数値に誤差が生じるおそれがある。これを回避するため、所定の判定期間（例えば、6秒以上の期間）、連続して歩行とみなされる加速度の変化を検出したときや、所定の判定回数（例えば、12回以上）、連続して歩行とみなされる加速度の変化を検出したときに、歩行であると判断するようにした歩数計が公知である。

20

【0003】

例えば、歩行を検出する検出手段から所定回数連続して検出信号が出力したことを検出して歩行の存在を判定し、歩行の存在を判定したときのみ検出信号を計数する構成の歩数計が公知である（例えば、特許文献1参照。）。また、歩行とみなされる信号が継続的に所定回数入るかどうかで歩行状態にあるかどうかを判定し、この判定動作中の歩行とみなされる信号数をカウントして表示し、その表示を、歩行状態にあると判定された時の歩行とみなされる信号数の表示に引き継ぐ構成の歩数計が公知である（例えば、特許文献2参照。）。

【0004】

【特許文献1】特許第2552135号公報

30

【特許文献2】特許第3017529号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述した従来の歩数計では、歩行状態であると判断するまでに要する判定期間が例えば6秒と長かったり、判定回数が例えば12回と多いため、歩数値が表示されなかったり、通常の表示とは異なる状態で歩数値が表示されたりする時間が長くなる。そのため、歩数計が故障しているとみなされるおそれがあるという問題点がある。また、判定期間や判定回数に達する前に歩行を中断すると、その間の歩数は、表示される歩数値に反映されない。そのため、その判定期間や判定回数に満たないような歩行を繰り返した場合、表示される歩数値が実際の歩数値よりも著しく少なくなってしまうという問題点がある。

40

【0006】

この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、所望の体動であることを迅速に検出することができる体動検出装置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】

【0007】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、この発明にかかる体動検出装置は、所定期間隔で検出される複数の体動を連続と判断し、連続した体動を所定回数検出したときに体動を歩行と判断する体動検出装置において、歩行の判断がリセットされた後、2つの体動

50

が所定の誤差期間内で検出された場合、当該体動が周期性ありと判断する基準を第1連続判断基準とし、2つの体動が所定の期間内で検出された場合、当該体動が連続性ありと判断する基準を第2連続判断基準とし、前記第1連続判断基準で周期性ありと判断されず、かつ、前記第2連続判断基準で連続性ありと判断された体動を前記所定回数検出した時点で歩行と判断するとともに、前記第1連続判断基準で周期性ありと判断された体動を、複数回数であって前記所定回数よりも少ない回数検出した時点で歩行と判断することを特徴とする。

【0010】

また、この発明にかかる体動検出装置は、所定間隔で検出される複数の体動を連続と判断し、連続した体動を所定期間検出したときに体動を歩行と判断する体動検出装置において、歩行の判断がリセットされた後、2つの体動が所定の誤差期間内で検出された場合、当該体動が周期性ありと判断する基準を第1連続判断基準とし、2つの体動が前記所定期間よりも短い所定の期間内で検出された場合、当該体動が連続性ありと判断する基準を第2連続判断基準とし、前記第1連続判断基準で周期性ありと判断されず、かつ、前記第2連続判断基準で連続性ありと判断された体動を前記所定期間検出した時点で歩行と判断するとともに、前記第1連続判断基準で周期性ありと判断された体動を、複数回数検出できる期間であって前記所定期間よりも短い期間検出した時点で歩行と判断することを特徴とする。

【0013】

この発明によれば、歩行の存在を判定するまでの時間を短縮し、通常のカウント表示とすることができるので、歩数計が故障しているとみなされるおそれを低減できる。

【発明の効果】

【0014】

本発明にかかる体動検出装置によれば、所望の体動であることを迅速に検出し、通常のカウント表示とすることができるので、故障とみなされるおそれが低減できるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる体動検出装置の好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0016】

(体動検出装置のハードウェア構成)

図1は、この発明にかかる体動検出装置のハードウェア構成を示すブロック図である。図1に示すように、体動検出装置11は、互いに異なる三方向(X軸方向、Y軸方向およびZ軸方向とする)の加速度を検出可能な3軸加速度センサを備えている。ここでは、3軸加速度センサを、X軸方向の加速度を検出するX軸加速度センサ12、Y軸方向の加速度を検出するY軸加速度センサ13、およびZ軸方向の加速度を検出するZ軸加速度センサ14として示す。加速度センサとしては、周知のものをを用いることができる。X軸方向、Y軸方向およびZ軸方向は、体動検出装置11に固有の方向であり、体動検出装置11の姿勢(向きや傾き)の変化に伴って変わる。

【0017】

また、体動検出装置11は、3軸加速度センサの出力信号に基づいて、体動検出装置11を携帯する被験者の体動であるか否かを判断し、体動をカウントする処理装置15を備えている。処理装置15の詳細な構成については、後述する。また、体動検出装置11は、処理装置15でカウントされた体動を表示する表示装置16を備えている。表示装置16は、例えば、液晶パネルと液晶駆動回路を備えている。

【0018】

(処理装置の機能的構成)

図2は、この発明にかかる体動検出装置の処理装置の機能的構成を示すブロック図である。図2に示すように、処理装置15は、X軸アナログ/デジタル変換部21、Y軸アナ

10

20

30

40

50

ログ/デジタル変換部 22、Z 軸アナログ/デジタル変換部 23、加速度取得部 24、上弦ピーク値検出部 25、下弦ピーク値検出部 26、ピーク差検出部 27、第 1 閾値判定部 28、フラグ制御部 29、表示計数部 30、切り替え部 41、選択部 42、第 1 初動検出部 43、第 2 初動検出部 44 および計数更新部 45 を備えている。これらの機能部については、ハードウェアにより実現されてもよいし、CPU 等でプログラムを実行することにより実現されてもよい。

【0019】

X 軸アナログ/デジタル変換部 21、Y 軸アナログ/デジタル変換部 22 および Z 軸アナログ/デジタル変換部 23 は、それぞれ、入力端子 31、32、33 を介して X 軸加速度センサ 12、Y 軸加速度センサ 13 および Z 軸加速度センサ 14 に接続されており、これらのセンサから出力されるアナログ電圧信号を所定の周期でサンプリングしてデジタルデータに変換する。X 軸アナログ/デジタル変換部 21、Y 軸アナログ/デジタル変換部 22 および Z 軸アナログ/デジタル変換部 23 は、同一のタイミングでそれぞれのセンサ出力信号をサンプリングするのが望ましい。

【0020】

加速度取得部 24 は、各軸のアナログ/デジタル変換部 21、22、23 の出力値に基づいて、重力加速度の影響を除いた加速度の大きさを取得する。加速度の大きさは、図 3 に示すように、増減を繰り返す。図 3 は、加速度取得部により取得される加速度の変化を示す波形図である。なお、図 3 には、X 軸方向の加速度、Y 軸方向の加速度および Z 軸方向の加速度を合成した加速度データが波形として示されているが、実際には、この加速度データは、連続したデータではなく、所定周期でサンプリングされた離散的なデータである。

【0021】

上弦ピーク値検出部 25 は、加速度取得部 24 により取得された加速度の大きさが増加傾向から減少傾向に切り替わるときのピーク値（上弦ピーク値とする）を検出する。図 3 に示す加速度の波形では、符号 62、64、66、68、70、72 および 74 で示すピークが上弦ピーク値である。上弦ピーク値を検出するために、上弦ピーク値検出部 25 は、例えば、次のような処理を行う。上弦ピーク値検出部 25 は、加速度取得部 24 から出力された加速度の値をバッファに格納し、そのバッファの格納値と、その次に加速度取得部 24 から出力された加速度の値を比較し、大きい方の値でバッファの格納値を更新する。そして、上弦ピーク値検出部 25 は、加速度取得部 24 から出力された加速度の値がバッファの格納値よりも小さくなったら、そのときのバッファの格納値を上弦ピーク値とする。

【0022】

下弦ピーク値検出部 26 は、加速度取得部 24 により取得された加速度の大きさが減少傾向から増加傾向に切り替わるときのピーク値（下弦ピーク値とする）を検出する。図 3 に示す加速度の波形では、符号 61、63、65、67、69、71 および 73 で示すピークが下弦ピーク値である。下弦ピーク値を検出するために、下弦ピーク値検出部 26 は、例えば、次のような処理を行う。下弦ピーク値検出部 26 は、加速度取得部 24 から出力された加速度の値をバッファに格納し、そのバッファの格納値と、その次に加速度取得部 24 から出力された加速度の値を比較し、小さい方の値でバッファの格納値を更新する。そして、下弦ピーク値検出部 26 は、加速度取得部 24 から出力された加速度の値がバッファの格納値よりも大きくなったら、そのときのバッファの格納値を下弦ピーク値とする。

【0023】

ピーク差検出部 27 は、下弦ピーク値検出部 26 により検出された下弦ピーク値および上弦ピーク値検出部 25 により検出された上弦ピーク値の差分を算出する。その際、ピーク差検出部 27 は、下弦ピーク値とその直後の上弦ピーク値との差分を算出してもよいし、上弦ピーク値とその直後の下弦ピーク値との差分を算出してもよい。図 3 には、下弦ピーク値とその直後の上弦ピーク値との差分を算出する例が示されている。第 1 閾値判定部

28は、ピーク差検出部27により算出された、下弦ピーク値と上弦ピーク値の差分を、予め設定されている第1閾値と比較し、その結果に基づいて体動を検出したか否かを判定する。例えば、第1閾値判定部28は、下弦ピーク値と上弦ピーク値の差分が第1閾値よりも大きいときに、体動を検出したと判定する。

【0024】

フラグ制御部29は、第1閾値判定部28により体動を検出したと判定された場合に、例えば、加速度取得部24から出力された加速度データの値が初めてゼロになった時点で、体動検出フラグをオンにする。これは、上弦ピーク値および下弦ピーク値の近傍はノイズ等の影響を受けやすいので、そこを避けて体動検出フラグをオンにするためである。図3において、三角印は、体動検出フラグがオンになるタイミングを示し、その下の数字(1、2、3、4、5)は体動としてカウントされる数を示す。

10

【0025】

具体的には、図3に示す例において、第1の下弦ピーク61と第1の上弦ピーク62の差分、第3の下弦ピーク65と第3の上弦ピーク66の差分、第4の下弦ピーク67と第4の上弦ピーク68の差分、第6の下弦ピーク71と第6の上弦ピーク72の差分および第7の下弦ピーク73と第7の上弦ピーク74の差分が閾値よりも大きい。従って、第1の上弦ピーク62、第3の上弦ピーク66、第4の上弦ピーク68、第6の上弦ピーク72および第7の上弦ピーク74の後で加速度データの値が初めてゼロになった時点で、体動検出フラグがオンになる。一方、第2の下弦ピーク63と第2の上弦ピーク64の差分および第5の下弦ピーク69と第5の上弦ピーク70の差分は閾値よりも小さいので、体動検出フラグはオフのままである。

20

【0026】

また、フラグ制御部29は、体動検出フラグをオンにした後、所定期間経過した時点で体動検出フラグをオフに切り替える。表示計数部30は、カウンタにより構成されており、体動検出フラグがオンになった回数をカウントする。表示計数部30のカウント値のデータは、出力端子34を介して前記表示装置16へ送られる。

【0027】

切り替え部41は、体動検出フラグがオンになった回数を、表示計数部30と内部計数部(図2には現れていない)のいずれで計数するかを切り替える。内部計数部は、第1初動検出部43および第2初動検出部44に設けられている。体動検出装置11が加速度の変化を検出して体動検出処理を開始した直後では、切り替え部41は、体動検出フラグのオンの回数の計数先を内部計数部にする。そして、切り替え部41は、計数更新部45からの第1リセット指示によって、体動検出フラグのオンの回数の計数先を内部計数部から表示計数部30に切り替える。また、切り替え部41は、選択部42からの指示によって、体動検出フラグのオンの回数の計数先を表示計数部30から内部計数部に切り替える。内部計数部および計数更新部45については、後述する。

30

【0028】

図4は、選択部の機能的構成を示すブロック図である。図4に示すように、選択部42は、第1計時部51および切り替え判定部52を備えている。第1計時部51は、入力端子53を介してフラグ制御部29に接続されている。第1計時部51は、タイマにより構成されており、体動検出フラグがオンになると、そのときのタイマ値を出力して初期値にリセットされ、再び計時を開始する。切り替え判定部52は、第1計時部51から出力されたタイマ値が、予め設定された値よりも大きい場合、体動検出フラグのオンの回数の計数先が内部計数部になるように、出力端子54を介して切り替え部41に指示を出す。

40

【0029】

ここで、切り替え判定部52において予め設定された値とは、歩行を想定した場合、通常の足の運びによって生じる体動の周期程度の値である。従って、第1計時部51から出力されたタイマ値が、予め設定された値以下である場合とは、中断することなく歩行し続けた場合に相当する。一方、歩行し始め、または歩行を中断した後、再開する場合などでは、第1計時部51から出力されたタイマ値は、予め設定された値よりも大きくなる。

50

【 0 0 3 0 】

図 5 は、第 1 初動検出部の機能的構成を示すブロック図である。図 5 に示すように、第 1 初動検出部 4 3 は、第 2 計時部 8 1、第 1 ~ 第 5 の計時データ格納部 8 2 ~ 8 6、第 1 経過時間判定部 8 7、第 1 ~ 第 5 の差分算出部 8 8 ~ 9 2、第 2 および第 3 の閾値判定部 9 3、9 4、周期性判定部 9 5、第 1 出力判定部 9 6 並びに前記内部計数部（第 1 内部計数部 9 7 とする）を備えている。第 1 初動検出部 4 3 は、入力端子 9 8 を介して切り替え部 4 1 に接続されている。従って、第 1 初動検出部 4 3 は、切り替え部 4 1 において内部計数部側に切り替えられているときにのみ、動作する。以下、第 1 初動検出部 4 3 が動作するときの各部の機能について説明する。

【 0 0 3 1 】

第 2 計時部 8 1 は、入力端子 9 8 を介して切り替え部 4 1 に接続されており、第 2 計時部 8 1 には、体動検出フラグがオンになったことを示す信号（以下、オン信号とする）が入力する。第 2 計時部 8 1 は、タイマにより構成されており、オン信号が入力するたびに、そのときのタイマ値を出力する。第 2 計時部 8 1 は、前記第 1 リセット指示または周期性判定部 9 5 からの第 2 リセット指示によって初期値にリセットされ、再び計時を開始する。

【 0 0 3 2 】

第 5 計時データ格納部 8 6 は、例えば、第 1 リセット指示または第 2 リセット指示によってリセットされるバッファにより構成されており、リセット後に最初に第 2 計時部 8 1 から出力されたタイマ値を格納する。第 1 経過時間判定部 8 7 は、第 5 計時データ格納部 8 6 に格納されているタイマ値（ T_a とする）と、第 2 計時部 8 1 から出力されたタイマ値（ T_b とする）に基づいて、 T_a から T_b までの経過時間（ $T(b - a)$ とする）を算出する。そして、その $T(b - a)$ が、予め設定された第 1 時間（例えば、3 秒）を経過しているか否かを判定する。この第 1 時間は、後述する第 2 初動検出部 4 4 において設定されている第 2 時間よりも短い。

【 0 0 3 3 】

第 1 ~ 第 4 の計時データ格納部 8 2 ~ 8 5 は、例えば、バッファにより構成されている。第 1 計時データ格納部 8 2 は、第 2 計時部 8 1 からタイマ値が出力されると、その直前まで保持していたタイマ値を出力して、新たに第 2 計時部 8 1 から出力されたタイマ値を格納する。第 2 計時データ格納部 8 3 および第 3 計時データ格納部 8 4 は、それぞれ、第 1 計時データ格納部 8 2 および第 2 計時データ格納部 8 3 からタイマ値が出力されると、その直前まで保持していたタイマ値を出力して、新たに第 1 計時データ格納部 8 2 および第 2 計時データ格納部 8 3 から出力されたタイマ値を格納する。

【 0 0 3 4 】

第 4 計時データ格納部 8 5 は、第 3 計時データ格納部 8 4 からタイマ値が出力されると、格納値を、その第 3 計時データ格納部 8 4 から新たに出力されたタイマ値に更新する。つまり、歩行を想定した場合、第 1 計時データ格納部 8 2、第 2 計時データ格納部 8 3、第 3 計時データ格納部 8 4 および第 4 計時データ格納部 8 5 には、それぞれ、第 m 歩目のときのタイマ値（ T_m とする）、第 $[m - 1]$ 歩目のときのタイマ値（ $T[m - 1]$ とする）、第 $[m - 2]$ 歩目のときのタイマ値（ $T[m - 2]$ とする）および第 $[m - 3]$ 歩目のときのタイマ値（ $T[m - 3]$ とする）が格納されることになる。 m は 4 以上の自然数である。

【 0 0 3 5 】

第 1 差分算出部 8 8 は、第 1 計時データ格納部 8 2 の格納値と第 2 計時データ格納部 8 3 の格納値の差分を算出する。第 2 差分算出部 8 9 は、第 2 計時データ格納部 8 3 の格納値と第 3 計時データ格納部 8 4 の格納値の差分を算出する。第 3 差分算出部 9 0 は、第 3 計時データ格納部 8 4 の格納値と第 4 計時データ格納部 8 5 の格納値の差分を算出する。つまり、第 1 差分算出部 8 8、第 2 差分算出部 8 9 および第 3 差分算出部 9 0 は、それぞれ、第 $[m - 1]$ 歩目から第 m 歩目までの経過時間（ $T(m - [m - 1])$ とする）、第 $[m - 2]$ 歩目から第 $[m - 1]$ 歩目までの経過時間（ $T([m - 1] - [m - 2])$ と

10

20

30

40

50

する)、および第 $[m-3]$ 歩目から第 $[m-2]$ 歩目までの経過時間($T([m-2]-[m-3])$ とする)を算出することになる。

【0036】

第4差分算出部91は、第1差分算出部88の演算結果と第2差分算出部89の演算結果の差分を算出する。従って、第4差分算出部91の演算結果は、 $T(m-[m-1])$ と $T([m-1]-[m-2])$ の差分となる。これは、右足(または左足)を前へ踏み出して歩を進めるときに要する時間と、それに続いて左足(または右足)を前へ踏み出して歩を進めるときに要する時間との差である。一般に、通常通りに歩行している場合には、右足で歩を進めるときに要する時間と左足で歩を進めるときに要する時間は、ほぼ同じである。

【0037】

第2閾値判定部93は、第4差分算出部91の演算結果が、予め設定されている第2閾値以下であるか否かを判定し、第2閾値以下であれば周期性ありと判定し、第2閾値を超えていれば周期性なしと判定する。例えば、第2閾値は $\pm 100 \text{ msec}$ である。第2閾値は、第1誤差期間に相当する。

【0038】

第5差分算出部92は、第1差分算出部88の演算結果と第3差分算出部90の演算結果の差分を算出する。従って、第5差分算出部92の演算結果は、 $T(m-[m-1])$ と $T([m-2]-[m-3])$ の差分となる。これは、右足(または左足)を前へ踏み出して歩を進めるときに要する時間と、その次に再び右足(または左足)を前へ踏み出して歩を進めるときに要する時間との差である。つまり、歩を進めるときに要する時間の差である。このように一歩おきに時間の差分を求めることによって、左右いずれかの足を引き摺って歩くために左足と右足で歩を進めるときに要する時間が大きく異なるような場合でも、歩行による体動の周期性を判断することができる。

【0039】

第3閾値判定部94は、第5差分算出部92の演算結果が、予め設定されている第3閾値以下であるか否かを判定し、第3閾値以下であれば周期性ありと判定し、第3閾値を超えていれば周期性なしと判定する。例えば、第3閾値は $\pm 100 \text{ msec}$ である。第3閾値は、第1誤差期間に相当する。

【0040】

周期性判定部95は、第2閾値判定部93および第3閾値判定部94のいずれか一方または両方で周期性ありと判定された場合に、体動に周期性ありと判定し、第2閾値判定部93および第3閾値判定部94の両方で周期性なしと判定された場合に、体動に周期性なしと判定する。体動に周期性ありと判定される場合が第1連続判断基準に相当する。周期性判定部95は、周期性なしと判定すると、第2リセット指示によって第1初動検出部43の各部にリセットを指示する。

【0041】

第1出力判定部96は、周期性判定部95で周期性ありと判定されることと、第1経過時間判定部87で $T(b-a)$ が、予め設定された時間(例えば、3秒)を経過したと判定されることの両方の条件が成立したか否かを判定する。第1出力判定部96は、両条件が成立した場合、第1出力指示によって第1内部計数部97にカウント値の出力を指示する。

【0042】

第1内部計数部97は、入力端子98を介して切り替え部41に接続されている。第1内部計数部97は、カウンタにより構成されており、切り替え部41からオン信号が入力するたびに、カウント値をインクリメントする。第1内部計数部97は、第1リセット指示または第2リセット指示によって初期値にリセットされる。第1出力指示によって、第1内部計数部97のカウント値のデータは、出力端子99を介して計数更新部45へ送られる。

【0043】

図6は、第2初動検出部の機能的構成を示すブロック図である。図6に示すように、第

10

20

30

40

50

2 初動検出部 4 4 は、第 3 計時部 1 0 1、第 6 計時データ格納部 1 0 2、第 2 経過時間判定部 1 0 3、第 4 計時部 1 0 4、連続性判定部 1 0 5、第 2 出力判定部 1 0 6 並びに前記内部計数部 (第 2 内部計数部 1 0 7 とする) を備えている。第 2 初動検出部 4 4 は、入力端子 1 0 8 を介して切り替え部 4 1 に接続されている。従って、第 2 初動検出部 4 4 は、切り替え部 4 1 において内部計数部側に切り替えられているときにのみ、動作する。以下、第 2 初動検出部 4 4 が動作するときの各部の機能について説明する。

【 0 0 4 4 】

第 3 計時部 1 0 1 は、入力端子 1 0 8 を介して切り替え部 4 1 に接続されており、第 3 計時部 1 0 1 には、切り替え部 4 1 からオン信号が入力する。第 3 計時部 1 0 1 は、タイマにより構成されており、オン信号が入力するたびに、そのときのタイマ値を出力する。第 3 計時部 1 0 1 は、前記第 1 リセット指示または連続性判定部 1 0 5 からの第 3 リセット指示によって初期値にリセットされ、再び計時を開始する。

10

【 0 0 4 5 】

第 6 計時データ格納部 1 0 2 は、例えば、第 1 リセット指示または第 3 リセット指示によってリセットされるバッファにより構成されており、リセット後に最初に第 3 計時部 1 0 1 から出力されたタイマ値を格納する。第 2 経過時間判定部 1 0 3 は、第 6 計時データ格納部 1 0 2 に格納されているタイマ値 (T_c とする) と、第 3 計時部 1 0 1 から出力されたタイマ値 (T_d とする) に基づいて、 T_c から T_d までの経過時間 ($T(d - c)$ とする) を算出する。そして、その $T(d - c)$ が、予め設定された第 2 時間 (例えば、6 秒) を経過しているか否かを判定する。

20

【 0 0 4 6 】

第 4 計時部 1 0 4 は、入力端子 1 0 8 を介して切り替え部 4 1 に接続されている。第 4 計時部 1 0 4 は、タイマにより構成されており、体動検出フラグがオンになると、そのときのタイマ値を出力して初期値にリセットされ、再び計時を開始する。

【 0 0 4 7 】

連続性判定部 1 0 5 は、第 4 計時部 1 0 4 から出力されたタイマ値が、予め設定された値以下であれば体動に連続性ありと判定し、予め設定された値よりも大きければ体動に連続性なしと判定する。連続性判定部 1 0 5 は、連続性なしと判定すると、第 3 リセット指示によって第 2 初動検出部 4 4 の各部にリセットを指示する。ここで、連続性判定部 1 0 5 において予め設定された値とは、歩行を想定した場合、立ち止まらずにゆっくり歩いた場合の一步に要する時間程度の値である。この立ち止まらずにゆっくり歩いた場合の一步に要する時間程度が、第 2 誤差期間に相当し、体動に連続性ありと判定される場合が第 2 連続判断基準に相当する。

30

【 0 0 4 8 】

第 2 出力判定部 1 0 6 は、連続性判定部 1 0 5 で連続性ありと判定されることと、第 2 経過時間判定部 1 0 3 で $T(d - c)$ が、予め設定された時間 (例えば、6 秒) を経過したと判定されることの両方の条件が成立したか否かを判定する。第 2 出力判定部 1 0 6 は、両条件が成立した場合、第 2 出力指示によって第 2 内部計数部 1 0 7 にカウント値の出力を指示する。

【 0 0 4 9 】

第 2 内部計数部 1 0 7 は、入力端子 1 0 8 を介して切り替え部 4 1 に接続されている。第 2 内部計数部 1 0 7 は、カウンタにより構成されており、切り替え部 4 1 からオン信号が入力するたびに、カウント値をインクリメントする。第 2 内部計数部 1 0 7 は、第 1 リセット指示または第 3 リセット指示によって初期値にリセットされる。第 2 出力指示によって、第 2 内部計数部 1 0 7 のカウント値のデータは、出力端子 1 0 9 を介して計数更新部 4 5 へ送られる。

40

【 0 0 5 0 】

計数更新部 4 5 は、表示計数部 3 0 のカウント値のデータに、第 1 初動検出部 4 3 から送られてきたカウント値のデータ、または第 2 初動検出部 4 4 から送られてきたカウント値のデータを加算する。これによって、ここに至るまでの間に第 1 内部計数部 9 7 および

50

第2内部計数部107で計数され、表示計数部30では計数されていなかった分の体動の回数が、表示計数部30のカウント値に反映される。計数更新部45は、表示計数部30のカウント値を更新すると、第1リセット指示によって切り替え部41を表示計数部30の側に切り替える。

【0051】

(体動計数処理手順)

図7および図8は、この発明にかかる体動検出装置の体動計数処理手順を示すフローチャートである。図7に示すように、体動検出装置11が加速度の変化を検出すると、体動検出処理が開始される。次いで、第2初動検出部44をリセットし(ステップS1)、第1初動検出部43をリセットする(ステップS2)。

【0052】

次いで、加速度取得部24により取得した加速度の変化に基づいて体動を検出すると、フラグ制御部29により体動検出フラグをオンにする(ステップS3: Yes)。ステップS3で体動を検出できない場合、体動検出フラグはオフのままであり、体動検出フラグがオンになるのを待つ(ステップS3: No)。最初は、切り替え部41が内部計数部側になっている(ステップS4: Yes)ので、第1内部計数部97のカウント値および第2内部計数部107のカウント値をインクリメントする(ステップS5)。1つの体動を検出したときに加速度センサが2度振幅してしまい、体動検出フラグが2度オンになり、体動を2つカウントしてしまうのを防ぐために体動フラグがオンとなった後、一定時間は体動検出フラグのオンをカウントしないカウント禁止期間を設けている。

【0053】

次いで、連続性判定部105により、体動検出フラグがオンになるタイミングに連続性があるか否かを判定する(ステップS6)。体動検出処理が開始された直後に体動検出フラグがオンになった場合、連続性を判定できないので、連続性なしと判定する(ステップS6: No)。この場合には、ステップS1に戻る。

【0054】

再び、体動検出フラグがオンになると(ステップS3: Yes)、切り替え部41が内部計数部側のままである(ステップS4: Yes)ので、第1内部計数部97のカウント値および第2内部計数部107のカウント値をインクリメントする(ステップS5)。連続性判定部105により、体動検出フラグがオンになるタイミングに連続性があるか否かを判定する(ステップS6)。体動検出フラグがオンになるのが2回目以降であれば、連続性を判定することができる。連続性なしと判定される場合(ステップS6: No)には、ステップS1に戻る。

【0055】

連続性ありと判定される場合(ステップS6: Yes)には、第2経過時間判定部103により、前記T(d-c)が、予め設定された第2時間を経過しているか否かを判定する(ステップS7)。体動検出処理が開始されてからしばらくの間は、第2時間が経過していない(ステップS7: No)ので、周期性判定部95により、体動検出フラグがオンになるタイミングに周期性があるか否かを判定する(ステップS8)。体動検出処理が開始されてからしばらくの間は、体動検出フラグがオンになった回数が、周期性を判定するのに十分な回数(例えば、4回)に達していないので、ステップS2に戻り、ステップS2~ステップS8を繰り返す。

【0056】

途中、ステップS6で連続性なしと判定されると、それまでに検出された体動は、例えば体動検出装置11を操作する際の振動や、体動検出装置11を着脱する際の振動である可能性が高いので、第2初動検出部44および第1初動検出部43をリセットし(ステップS2、ステップS1)、体動検出フラグのオンの回数の計数をやり直す(ステップS3~ステップS8)。ステップS8で、体動検出フラグがオンになった回数が、周期性を判定するのに十分な回数(例えば、4回)に達すると、周期性の判定を行う。周期性なしと判定される場合(ステップS8: No)、ステップS2に戻り、ステップS2~ステップ

10

20

30

40

50

S 8 を繰り返す。

【 0 0 5 7 】

周期性ありと判定される場合（ステップ S 8 : Y e s ）、第 1 経過時間判定部 8 7 により、前記 T (b - a) が、予め設定された第 1 時間を経過しているか否かを判定する（ステップ S 9 ）。体動検出処理が開始されてからしばらくの間は、第 1 時間を経過していない（ステップ S 9 : N o ）ので、ステップ S 3 に戻り、ステップ S 3 ~ ステップ S 9 を繰り返す。途中、ステップ S 6 で連続性なしと判定されると、上述したように、第 2 初動検出部 4 4 および第 1 初動検出部 4 3 をリセットし（ステップ S 2、ステップ S 1 ）、体動検出フラグのオンの回数の計数をやり直す（ステップ S 3 ~ ステップ S 9 ）。

【 0 0 5 8 】

また、途中のステップ S 8 で周期性なしと判定されると、ステップ S 2 に戻る。これは、一旦、周期性なしと判定されても、もう一度周期性の判定を行い、第 2 時間を経過する前に、周期性があり、かつ第 1 時間を経過するような場合には、第 2 時間を経過する前に、表示計数部 3 0 のカウント値を第 1 内部計数部 9 7 のカウント値で更新し、通常が表示計数部 3 0 のみによる計数処理に移行することができるからである。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 9 で第 1 時間を経過した場合（ステップ S 9 : Y e s ）、第 1 内部計数部 9 7 のカウント値を出力する（ステップ S 1 0 ）。そして、計数更新部 4 5 により、表示計数部 3 0 のカウント値に第 1 内部計数部 9 7 のカウント値を加算して、表示計数部 3 0 のカウント値を更新する（ステップ S 1 2 ）。このとき、第 1 リセット指示により、切り替え部 4 1 が表示計数部 3 0 の側に切り替えられる。

【 0 0 6 0 】

一方、途中のステップ S 8 で周期性なしと判定されてステップ S 2 以降を繰り返している途中や、ステップ S 9 で第 1 時間を経過していないためステップ S 3 以降を繰り返している途中において、第 2 時間を経過した場合（ステップ S 7 : Y e s ）には、第 2 内部計数部 1 0 7 のカウント値を出力する（ステップ S 1 1 ）。そして、計数更新部 4 5 により、表示計数部 3 0 のカウント値に第 2 内部計数部 1 0 7 のカウント値を加算して、表示計数部 3 0 のカウント値を更新する（ステップ S 1 2 ）。このとき、第 1 リセット指示により、切り替え部 4 1 が表示計数部 3 0 の側に切り替えられる。

【 0 0 6 1 】

次いで、ステップ S 1 2 で更新された表示計数部 3 0 のカウント値を出力する（ステップ S 1 3 ）。表示装置 1 6 には、更新された表示計数部 3 0 のカウント値が表示される。体動計数処理を続ける場合（ステップ S 1 4 : N o ）には、ステップ S 3 に戻る。この後、体動検出フラグがオンになると（ステップ S 3 : Y e s ）、切り替え部 4 1 が表示計数部 3 0 の側にある（ステップ S 4 : N o ）ので、表示計数部 3 0 のカウント値をインクリメントする（ステップ S 1 5 ）。そして、表示計数部 3 0 のカウント値が出力され（ステップ S 1 3 ）、表示装置 1 6 に表示計数部 3 0 のカウント値が表示される。

【 0 0 6 2 】

体動計数処理を続ける場合（ステップ S 1 4 : N o ）には、ステップ S 3 に戻る。その際、その次に体動検出フラグがオンになるまでの間に、歩行を想定した場合の通常の足の運びによって生じる体動の周期程度の時間を超える時間が経過すると、選択部 4 2 により、切り替え部 4 1 が内部計数部側に切り替わる。そして、再び、第 1 内部計数部 9 7 および第 2 内部計数部 1 0 7 でのカウントが開始される。それ以降の処理は、上述した通りである。

【 0 0 6 3 】

以上説明したように、実施の形態によれば、加速度の変化に周期性があることを検出した場合には、その加速度の変化が所望の体動により生じていると判断することができるので、所望の体動であることを迅速に検出することができる。つまり、歩行状態であると判断するまでに要する判定期間が従来よりも短くなる。従って、従来よりも短い時間で通常のカウント表示とすることができるので歩数計が故障しているとみなされるおそれが低減

10

20

30

40

50

される。また、従来の判定期間に満たないような歩行を繰り返した場合でも、その短い時間の歩数値が、表示される歩数値に反映されるので、実際の歩数値と表示される歩数値との差を小さくすることができる。

【 0 0 6 4 】

以上において本発明は、上述した実施の形態に限らず、種々変更可能である。例えば、第2閾値判定部93は、 $T(m - [m - 1])$ が $T([m - 1] - [m - 2])$ の所定の割合の増減範囲内にあるか否かを判定し、その増減範囲内にあれば周期性ありと判定し、その増減範囲を逸脱していれば周期性なしと判定するようにしてもよい。この場合、第2閾値(第1誤差期間)は、例えば $\pm 10\%$ である。同様に、第3閾値判定部94は、 $T(m - [m - 1])$ が $T([m - 2] - [m - 3])$ の所定の割合の増減範囲内にあるか否かを判定し、その増減範囲内にあれば周期性ありと判定し、その増減範囲を逸脱していれば周期性なしと判定するようにしてもよい。この場合、第3閾値(第1誤差期間)は、例えば $\pm 10\%$ である。

【 0 0 6 5 】

また、所定時間の周期性を見る代わりに、所定回数(例えば、6回)の体動検出フラグがオンになるタイミングに周期性があると判定したとき(第1連続判断基準に相当)に、第1内部計数部97のカウント値(例えば、6)で表示計数部30のカウント値を更新するようにしてもよい。同様に、所定時間の連続性を見る代わりに、所定回数(例えば、12回)の体動検出フラグがオンになるタイミングに連続性があると判定したとき(第2連続判断基準に相当)に、第2内部計数部107のカウント値(例えば、12)で表示計数部30のカウント値を更新するようにしてもよい。

【 0 0 6 6 】

さらに、第1計時部51、第2計時部81、第3計時部101および第4計時部104は、別々のタイマで構成されていてもよいし、それらのうちの2個以上が同じタイマで構成されていてもよい。第1内部計数部97や第2内部計数部107も同じカウンタで兼用されていてもよい。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 6 7 】

以上のように、本発明にかかる体動検出装置は、被験者に携帯されて被験者の体動を検出するのに有用であり、特に、歩数計に適している。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 8 】

【図1】この発明にかかる体動検出装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図2】この発明にかかる体動検出装置の処理装置の機能的構成を示すブロック図である。

【図3】加速度の変化を示す波形図である。

【図4】この発明にかかる体動検出装置の選択部の機能的構成を示すブロック図である。

【図5】この発明にかかる体動検出装置の第1初動検出部の機能的構成を示すブロック図である。

【図6】この発明にかかる体動検出装置の第2初動検出部の機能的構成を示すブロック図である。

【図7】この発明にかかる体動検出装置の体動計数処理手順を示すフローチャート(その1)である。

【図8】この発明にかかる体動検出装置の体動計数処理手順を示すフローチャート(その2)である。

【符号の説明】

【 0 0 6 9 】

- 11 体動検出装置
- 12, 13, 14 加速度センサ
- 24 加速度取得部

10

20

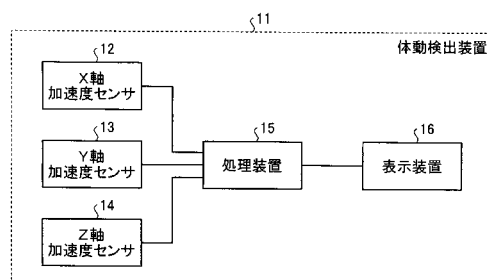
30

40

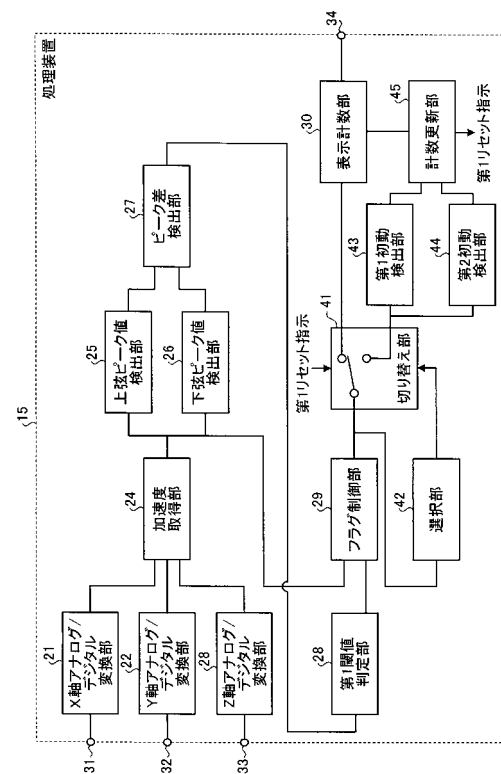
50

8 7 , 1 0 3 経過時間判定部
 9 5 周期性判定部
 1 0 5 連続性判定部

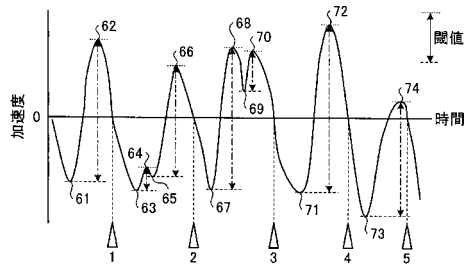
【図 1】



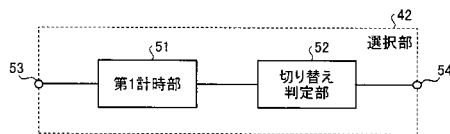
【図 2】



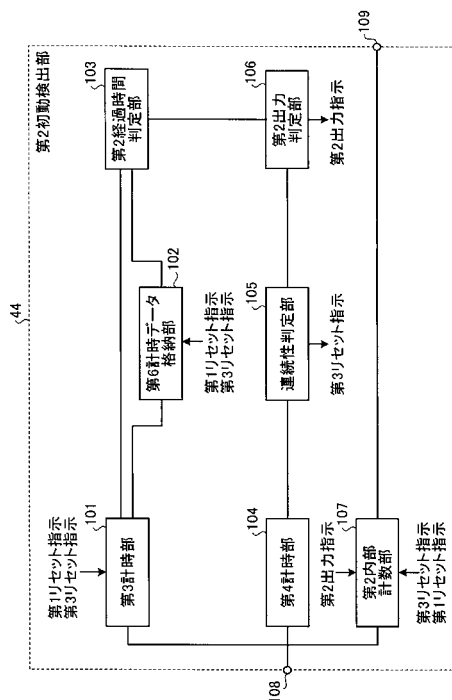
【図3】



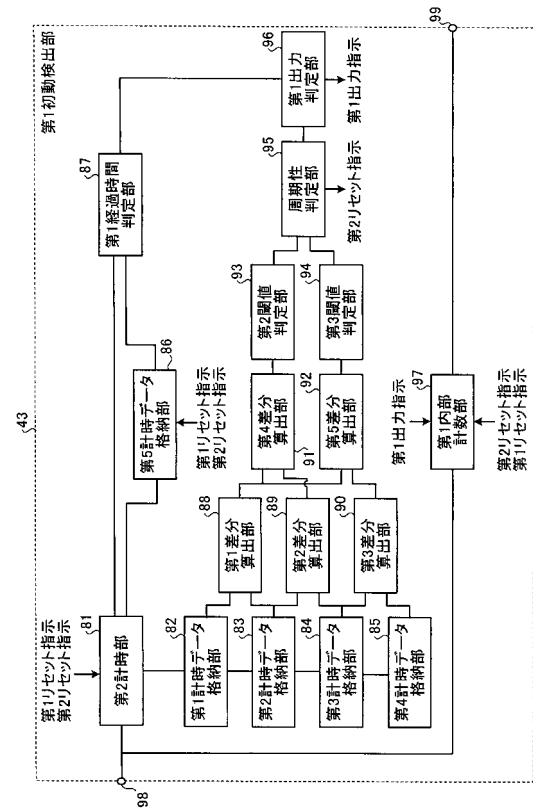
【図4】



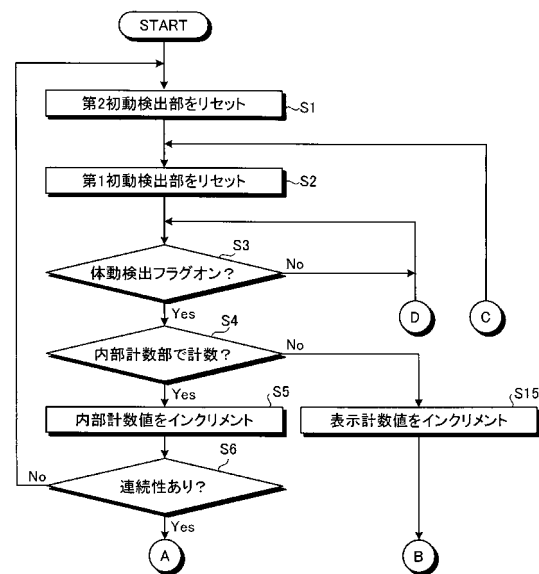
【図6】



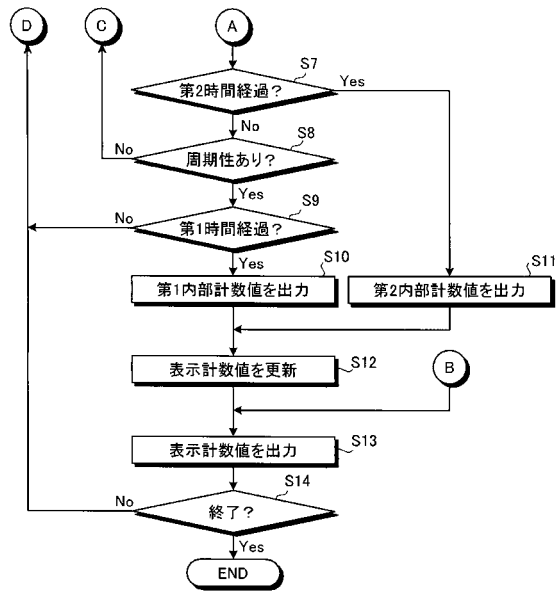
【図5】



【図7】



【図 8】



フロントページの続き

審査官 石井 哲

- (56)参考文献 特開2005-309692(JP,A)
特開2007-115243(JP,A)
特開2005-283340(JP,A)
特開2007-244495(JP,A)
特開2006-271893(JP,A)
特許第3017529(JP,B2)
国際公開第2004/091400(WO,A1)
特開2008-047030(JP,A)
特開2006-227911(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B	5/06	- 5/22
G06M	3/00	- 3/14