

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5202933号
(P5202933)

(45) 発行日 平成25年6月5日(2013.6.5)

(24) 登録日 平成25年2月22日(2013.2.22)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 5/11 (2006.01)

A 6 1 B 5/10 3 1 0 A

A 6 1 B 5/22 (2006.01)

A 6 1 B 5/22 B

請求項の数 9 (全 19 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2007-310800 (P2007-310800) | (73) 特許権者 | 000133179 |
| (22) 出願日 | 平成19年11月30日(2007.11.30) | | 株式会社タニタ |
| (65) 公開番号 | 特開2009-131482 (P2009-131482A) | | 東京都板橋区前野町1丁目14番2号 |
| (43) 公開日 | 平成21年6月18日(2009.6.18) | (74) 代理人 | 100081318 |
| 審査請求日 | 平成22年9月7日(2010.9.7) | | 弁理士 羽切 正治 |
| | | (74) 代理人 | 100007983 |
| | | | 弁理士 笹川 拓 |
| | | (74) 代理人 | 100122541 |
| | | | 弁理士 小野 友彰 |
| | | (72) 発明者 | 西林 賢二 |
| | | | 東京都板橋区前野町1丁目14番2号 株 |
| | | | 式会社タニタ内 |
| | | 審査官 | 富永 昌彦 |

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】

使用者の体動に関する体動情報を取得する体動情報取得手段と、

前記体動情報としての体動強度及び体動ピッチに基づいて、前記体動が歩行運動か歩行運動以外の運動か、を判別する体動判別手段と、

前記使用者の前記体動による消費エネルギーを算出する演算手段と、を有し、

前記体動判別手段は、前記歩行運動に走行運動を含むものとして前記体動を判別するとともに、前記歩行運動以外の運動と判別した体動について、体動強度が閾値Zよりも小さい運動か否かを判別し、

前記演算手段は、

前記体動判別手段が歩行運動と判別した体動について、該体動の体動ピッチに応じて定まる係数及び体動強度に応じて定まる係数並びに歩数をパラメータとして有する歩行運動時の消費エネルギー算出式を用いて、歩行運動時の消費エネルギーを算出し、

前記体動判別手段が歩行運動以外の運動と判別した体動のうち、体動強度が前記閾値Zよりも小さい運動と判別された体動について、該体動の体動強度、及び、体動強度が閾値Zよりも小さい場合に対応した係数、をパラメータとして有する歩行運動以外の運動時の消費エネルギー算出式1を用いて、体動強度が前記閾値Zよりも小さい歩行運動以外の運動時の消費エネルギーを算出し、

前記体動判別手段が歩行運動以外の運動と判別した体動のうち、体動強度が前記閾値Z以上の運動と判別された体動について、該体動の体動強度、及び、体動強度が閾値Z以

10

20

上の場合に対応した係数、をパラメータとして有する歩行運動以外の運動時の消費エネルギー算出式 2 を用いて、体動強度が前記閾値 Z 以上の歩行運動以外の運動時の消費エネルギーを算出し、

これらの消費エネルギーを合算して前記使用者の前記体動による消費エネルギーを算出すること

を特徴とする体動検出装置。

【請求項 2】

前記体動情報は、前記経過時間ごとの体動強度の上限ピーク値と下限ピーク値の差、及び、体動ピッチを含み、前記体動判別手段は、前記体動強度及び前記体動ピッチに基づいて、歩行運動か歩行運動以外の運動かを判別することを特徴とする請求項 1 に記載の体動検出装置。

10

【請求項 3】

前記体動情報は、前記体動によって生じる加速度値を含み、前記体動判別手段は、前記加速度値に応じて出力値が変化する加速度センサを有することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の体動検出装置。

【請求項 4】

前記使用者の生体情報を取得する生体情報取得手段を有し、前記演算手段は、前記生体情報取得手段により取得された前記生体情報と前記体動情報とをパラメータとして有する算出式を用いて、前記使用者の前記体動による消費エネルギーを算出することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のうち、いずれか 1 に記載の体動検出装置。

20

【請求項 5】

前記歩行運動時の消費エネルギー算出式は、前記生体情報としての体重をパラメータとして有し、前記体動ピッチに応じて定まる係数は、1 歩あたりに要した時間が長くなるに従って大きい値となるように決定される係数であることを特徴とする請求項 4 に記載の体動検出装置。

【請求項 6】

前記歩行運動以外の運動時の消費エネルギー算出式 1 及び前記歩行運動以外の運動時の消費エネルギー算出式 2 は、前記生体情報としての体重及び除脂肪量をパラメータとして有することを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 に記載の体動検出装置。

【請求項 7】

前記体動情報取得手段が取得する前記体動情報は、前記体動検出装置を移動させることによって生ずる、使用者の体動を判別するための情報であって、経過時間ごとの体動強度の上限ピーク値と下限ピーク値の差、及び、体動ピッチを含み、

30

前記体動判別手段は、前記経過時間ごとの体動強度の上限ピーク値と下限ピーク値の差及び前記体動ピッチに基づいて、歩行運動か歩行運動以外の運動かを判別するものであること

を特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のうち、いずれか 1 に記載の体動検出装置。

【請求項 8】

前記体動情報取得手段は、体動検出装置を移動させることによって生ずる、使用者の体動を判別するための、使用者の体動に関する体動情報を取得するために生体情報の取得を自動的に作動する生体情報測定手段であり、

40

前記体動情報取得手段が取得する前記体動情報は、経過時間ごとの体動強度の上限ピーク値と下限ピーク値の差、及び、体動ピッチを含み、

前記体動判別手段は、前記経過時間ごとの体動強度の上限ピーク値と下限ピーク値の差及び前記体動ピッチに基づいて、歩行運動か歩行運動以外の運動かを判別するものであること

を特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のうち、いずれか 1 に記載の体動検出装置。

【請求項 9】

前記体動判別手段は、前記経過時間ごとの前記体動強度の上限ピーク値と下限ピーク値の差が、前記経過時間ごとの前記体動強度の上限ピーク値と下限ピーク値の差についての

50

閾値として定義付けられる第 1 閾値 X を、第 1 所定時間間隔以内に超えている場合には、前記使用者の前記体動が歩行であると判断し、かつ、第 2 所定時間間隔以内において前記体動判別手段が歩行と判断した前記使用者の体動の回数が、第 2 所定時間間隔以内において前記体動判別手段が歩行であると判断した前記使用者の体動の回数についての閾値として定義づけられる第 2 閾値 Y を超えた場合に、前記使用者の前記体動が連続的歩行運動であると判別することにより、前記体動が連続的歩行運動か連続的歩行運動以外の運動か、を判別し、

前記演算手段は、前記体動情報のうち、前記体動判別手段により、前記連続的歩行運動として判別された体動の体動情報に基づいて連続的歩行運動時の消費エネルギーを算出し、前記連続的歩行運動以外の運動として判別された体動の体動情報に基づいて連続的歩行運動以外の運動時の消費エネルギーを算出するとともに、これらの消費エネルギーを合算して前記使用者の前記体動による消費エネルギーを算出すること

を特徴とする請求項 7 又は請求項 8 に記載の体動検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、使用者の体動を検出し、その体動による消費エネルギーを算出する体動検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、体動検出装置の一つとして歩数計があり、特に消費エネルギーの算出機能が付加されているものが広く普及している。このような歩数計は、使用者の歩行運動（又は走行運動。以下同じ。）による歩数（ステップ）がカウントされ、この歩数に応じた消費エネルギーを算出するようになっている。また、その他の体動検出装置としては、例えば、特許文献 1 に示すようなものが提案されている。

【0003】

【特許文献 1】特開 2002 - 191580 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来の歩数計では、使用者が何らかの動作をしている場合であっても、使用者の歩行運動による歩数（ステップ）としてカウントされない限り、その動作によって生ずる消費エネルギーを算出することはできないものであった。人が 1 日あたりに歩行運動以上に激しい運動をしている時間が少ない場合も多く、このため、歩行運動として歩数がカウントされない、又はカウントされにくい体動（例えば、掃除等の家事、庭仕事など）に関する消費エネルギーの正確な算出ができなければ、使用者の正確な消費エネルギーを総合的に把握することができないものであった。

【0005】

また、特許文献 1 のように、検出する体動方向が異なるように複数の体動センサを配置していても、体動センサの出力信号から歩行による信号以外の信号が排除されるため（段落 [0037] 参照）、結局は、この出力信号は歩行運動という体動の検出ができるにすぎず、上記の問題点を解決できない。

【0006】

このように、従来の体動検出装置では、その検出する体動として歩行運動であることが必要とされていたため、使用者は、歩行運動のみならず、それ以外の日常的な運動をも含む活動において、使用者が消費しているエネルギーを総合的に算出することができず、日々の健康管理、ダイエットその他の目的に用いるものとしては十分とは言えなかった。

【0007】

本発明は、上記のような問題点に鑑みてなされたものであり、歩行運動と歩行運動以外の運動とを判別し、運動形態に応じた消費エネルギーを別個に算出することで、歩行運動

10

20

30

40

50

以外の運動による消費エネルギーをも含む使用者が消費しているエネルギーを、総合的かつ正確に算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】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明の体動検出装置においては、使用者の体動に関する体動情報を取得する体動情報取得手段と、前記体動情報としての体動強度及び体動ピッチに基づいて、前記体動が歩行運動か歩行運動以外の運動か、を判別する体動判別手段と、前記使用者の前記体動による消費エネルギーを算出する演算手段と、を有し、前記体動判別手段は、前記歩行運動に走行運動を含むものとして前記体動を判別するとともに、前記歩行運動以外の運動と判別した体動について、体動強度が閾値 γ よりも小さい運動が否かを判別し、前記演算手段は、前記体動判別手段が歩行運動と判別した体動について、該体動の体動ピッチに応じて定まる係数及び体動強度に応じて定まる係数並びに歩数をパラメータとして有する歩行運動時の消費エネルギー算出式を用いて、歩行運動時の消費エネルギーを算出し、前記体動判別手段が歩行運動以外の運動と判別した体動のうち、体動強度が前記閾値 γ よりも小さい運動と判別された体動について、該体動の体動強度、及び、体動強度が閾値 γ よりも小さい場合に対応した係数、をパラメータとして有する歩行運動以外の運動時の消費エネルギー算出式1を用いて、体動強度が前記閾値 γ よりも小さい歩行運動以外の運動時の消費エネルギーを算出し、前記体動判別手段が歩行運動以外の運動と判別した体動のうち、体動強度が前記閾値 γ 以上の運動と判別された体動について、該体動の体動強度、及び、体動強度が閾値 γ 以上の場合に対応した係数、をパラメータとして有する歩行運動以外の運動時の消費エネルギー算出式2を用いて、体動強度が前記閾値 γ 以上の歩行運動以外の運動時の消費エネルギーを算出し、これらの消費エネルギーを合算して前記使用者の前記体動による消費エネルギーを算出することを特徴とする。

【0010】

さらにまた、本発明の体動検出装置において、体動情報は、経過時間ごとの体動強度の上限ピーク値と下限ピーク値の差、及び、体動ピッチを含み、体動判別手段は、体動強度及び体動ピッチに基づいて、歩行運動か歩行運動以外の運動かを判別することを特徴とする。

【0011】

また、本発明の体動検出装置において、前記体動情報は、前記体動によって生じる加速度値を含み、前記体動判別手段は、前記加速度値に応じて出力値が変化する加速度センサを有することを特徴とする。

【0012】

また、本発明の体動検出装置において、前記使用者の生体情報を取得する生体情報取得手段を有し、前記演算手段は、前記生体情報取得手段により取得された前記生体情報と前記体動情報とをパラメータとして有する算出式を用いて、前記使用者の前記体動による消費エネルギーを算出することを特徴とする。

【0013】

また、本発明の体動検出装置において、前記歩行運動時の消費エネルギー算出式は、前記生体情報としての体重をパラメータとして有し、前記体動ピッチに応じて定まる係数は、1歩当たりに要した時間が長くなるに従って大きい値となるように決定される係数であることを特徴とする。

【0014】

また、本発明の体動検出装置において、前記歩行運動以外の運動時の消費エネルギー算出式1及び前記歩行運動以外の運動時の消費エネルギー算出式2は、前記生体情報としての体重及び除脂肪量をパラメータとして有することを特徴とする。

【0015】

また、本発明の体動検出装置において、前記体動情報取得手段が取得する前記体動情報は、前記体動検出装置を移動させることによって生ずる、使用者の体動を判別するための情報であって、経過時間ごとの体動強度の上限ピーク値と下限ピーク値の差、及び、体動

ピッチを含み、前記体動判別手段は、前記経過時間ごとの体動強度の上限ピーク値と下限ピーク値の差及び前記体動ピッチに基づいて、歩行運動か歩行運動以外の運動かを判別するものであることを特徴とする。また、本発明の体動検出装置において、前記体動情報取得手段は、体動検出装置を移動させることによって生ずる、使用者の体動を判別するための、使用者の体動に関する体動情報を取得するために生体情報の取得を自動的に作動する生体情報測定手段であり、前記体動情報取得手段が取得する前記体動情報は、経過時間ごとの体動強度の上限ピーク値と下限ピーク値の差、及び、体動ピッチを含み、前記体動判別手段は、前記経過時間ごとの体動強度の上限ピーク値と下限ピーク値の差及び前記体動ピッチに基づいて、歩行運動か歩行運動以外の運動かを判別するものであることを特徴とする。また、本発明の体動検出装置において、前記体動判別手段は、前記経過時間ごとの前記体動強度の上限ピーク値と下限ピーク値の差が、前記経過時間ごとの前記体動強度の上限ピーク値と下限ピーク値の差についての閾値として定義付けられる第1閾値Xを、第1所定時間間隔以内に超えている場合には、前記使用者の前記体動が歩行であると判断し、かつ、第2所定時間間隔以内において前記体動判別手段が歩行と判断した前記使用者の体動の回数が、第2所定時間間隔以内において前記体動判別手段が歩行であると判断した前記使用者の体動の回数についての閾値として定義づけられる第2閾値Yを超えた場合に、前記使用者の前記体動が連続的歩行運動であると判別することにより、前記体動が連続的歩行運動か連続的歩行運動以外の運動か、を判別し、前記演算手段は、前記体動情報のうち、前記体動判別手段により、前記連続的歩行運動として判別された体動の体動情報に基づいて連続的歩行運動時の消費エネルギーを算出し、前記連続的歩行運動以外の運動として判別された体動の体動情報に基づいて連続的歩行運動以外の運動時の消費エネルギーを算出するとともに、これらの消費エネルギーを合算して前記使用者の前記体動による消費エネルギーを算出することを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

本発明によると、歩行運動により消費されるエネルギーのみならず、歩行以外の運動により消費されるエネルギーをも算出することができるので、使用者が消費しているエネルギーを、総合的かつ正確に算出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の第1実施形態に係る体動検出装置について図面を参照しつつ説明する。図1は、体動検出装置10の構成を示すブロック図である。図1に示すように、第1実施形態にかかる体動検出装置10は、操作部21、表示部22、加速度センサ31、演算部32、記憶部33、計時部34、A/D変換器35、及び、制御部40を備える。以下に、各部の詳細な構成について説明する。

【0018】

操作部21（生体情報取得手段）は、主として、使用者の生体情報の入力や、体動検出装置10の設定事項を入力するためのデータ入力手段として機能する。操作部21の個数・形状・操作方法は特に限定されるものではなく、ボタン式、タッチセンサ式、ダイヤル式など適宜採択可能である。ここで、操作部21によって入力される生体情報としては、一例として、体重、身長、年齢、性別、除脂肪量をあげることができるが、後述のように使用者の体動による消費エネルギーを求めるために好適な生体情報であれば特に限定されるものではない。また、設定事項とは、使用者が体動検出装置10を使用する上での設定事項であり、例えば、体動検出装置10の起動・終了、現在日時、表示部22における表示内容の切り替えなどが挙げられる。このように入力された生体情報や設定事項は、制御部40の制御により、記憶部33（例えばRAM(Random Access Memory)）に記憶されたり、表示部22に表示されるようになっている。

【0019】

表示部22は、制御部40から送られてくるデータを表示するためのデータ表示手段であって、主として使用者の生体情報や設定事項の表示、操作の案内表示、後述の消費エネ

10

20

30

40

50

ルギーや体動情報（例えば歩数）の表示などを行う。ここで、体動情報とは、使用者の体動に関する情報であり、より具体的には、使用者の体動（例えば、歩行運動及び走行運動、これら以外の運動）を反映する情報であって、体動の強弱に関する体動情報（体動強度）や、体動の反復性・連続性、同じ体動が繰り返されているときの体動のピッチ（体動ピッチ）や回数（例えば歩数（ステップの回数））などが挙げられる。体動強度としては、使用者の体動の加速度値に関するデータを用いるのが特に好適であり、この加速度値は、加速度の計測装置等によって得たアナログデータのまま用いてもよいし、アナログ-デジタル変換（以下、A/D変換という。）後のデータを用いてもよい。また、加速度値に関するデータとしては、体動ごとの上限ピーク値から下限ピーク値を差し引いた値、体動ごとの加速度値自体、一定時間当たりの加速度値の積算値（後述する「加速度値の大きさ」）など、適宜採択可能である。また、体動とは、使用者の体の動作全般を指し、歩行運動及び走行運動（以下、これらを併せて歩行運動という。）のほか、歩行運動以外の運動（例えば、反復性・連続性のない又は極端に少ないステップ動作、上半身のみの動作など）が含まれる。前述の表示内容は記憶部33に記憶されており、制御部40は、記憶部33にあらかじめ記憶されたプログラムにしたがい、体動検出装置10の使用状況に応じて、記憶部33からデータを読み出して、表示部22に表示させるようになっている。

10

【0020】

表示部22は、一例として、フルドットLCD（Liquid Crystal Display）などの液晶を用いたものを採用すればよいが、表示部22と操作部21とを、例えばタッチパネル機能を備えた液晶表示パネルとして一体的に構成してもよい。

20

【0021】

体動検出装置10は、内部機構として、加速度センサ31、演算部32、記憶部33、計時部34、A/D変換器35、及び制御部40を備える。演算部32及び制御部40は、それぞれ集積回路で構成することが好ましい。

【0022】

計時部34は、所定時間の経過を計測したり、所定時間が経過しているか否かの判断を行い、例えば、使用者が体動検出装置10の使用を開始した時点からの経過時間の計測や、使用者の体動ピッチ（例えば、一步あたりに要した時間）を判断することが可能である。なお、第1実施形態では、計時部34は独立の構成要素としているが、計時回路として制御部40に一体化された構成とし、制御部40自身により所定時間を経過しているか否かの判断を行うようにしてもよい。

30

【0023】

加速度センサ31は、使用者の体動に関する体動情報を取得する体動情報取得手段であり、使用者の体動によって生じる加速度値を体動情報の一つとして、その加速度値に応じて出力値が変化するセンサである。より具体的には、加速度センサ31は、互いに直交する3軸（X軸、Y軸、Z軸）方向の体動をそれぞれ検出することができるよう、X軸センサ31a、Y軸センサ31b、Z軸センサ31cを有し（図1参照）、X軸センサ31a、Y軸センサ31b、Z軸センサ31cの各出力値を合成した値を加速度値として取得することができるようになっている。第1実施形態においては、体動情報取得手段として加速度センサ31を用いるため、使用者の体動強度は加速度値に関するデータとなっており、加速度値が高ければ体動強度が強く、加速度値が低ければ体動強度が弱いものとして、体動情報を取得することができる。

40

【0024】

加速度センサ31のX軸センサ31a、Y軸センサ31b、Z軸センサ31cによって取得されたアナログデータとしての各出力値は、制御部40や演算部32等による処理のために、それぞれA/D変換器35によってデジタルデータに変換されるとともに、計時部34と連動して、取得開始から所定の経過時間に対応させて記憶部33に保存されるようになっている。また、演算部32により、X軸センサ31a、Y軸センサ31b、Z軸センサ31cの各出力値のA/D変換値を合成することにより、デジタルデータとしての加速度値（加速度値のA/D変換値）を計算により求め、計時部34と連動して、取得開

50

始から所定の経過時間に対応させて記憶部 33 に保存されるようになっている。このように、経過時間に対応させて加速度値を取得すれば、取得された順に時系列的に加速度値を観察することで、体動強度のみならず、体動の反復性・連続性の有無、同じ体動が繰り返されているときのピッチ（体動ピッチ）や回数（例えば歩数（ステップの回数））を体動情報として同時に取得することが可能となる。なお、この加速度センサ 31 によって使用者のあらゆる体動による加速度値をより正確に取得するために、体動検出装置 10 の使用者への装着は、使用者の身体に可能な限り密着していることが好ましく、特に上半身の体動をも検知することができるよう、例えば、使用者が腰部に巻いているベルトなどに装着した状態や、使用者の着衣の胸ポケットなどに収める状態を推奨するとよい。このように取得された体動情報は、制御部 40 の制御により、記憶部 33 に記憶させたり、その一部（例えば歩数）が表示部 22 に表示される。

10

【0025】

図 1 に示すように、制御部 40 は、操作部 21、表示部 22、加速度センサ 31、演算部 32、記憶部 33、計時部 34、及び、A/D 変換器 35 と電氣的に接続されており、制御部 40 によって各動作が制御されるようになっている。また、制御部 40 は、加速度センサ 31 によって取得された体動情報（体動強度及び体動ピッチ）に基づいて、体動が歩行運動か歩行運動以外の運動かを判別する体動判別手段として機能する。

【0026】

ここで、歩行運動と歩行運動以外の運動との判別について、図 2 を参照しつつ説明する。図 2 は、体動検出装置 10 による体動情報の取得結果の例を示すグラフである。図 2 では、使用者の体動の一例として、歩行運動（図 2 の I 部分）から、歩行運動以外の運動（図 2 の II 部分）へ、移行した状態を示すものである。

20

【0027】

制御部 40 は、加速度センサ 31 によって取得された加速度値を、A/D 変換器 35 によって A/D 変換させ、取得された順に時系列的に記憶部 33 に記憶させるとともに、図 2 に示すように、横軸に経過時間（単位：秒）、縦軸に加速度値の A/D 変換値（単位：カウント）をとり、順次取得される総ての加速度値の A/D 変換値をプロットして波形を取得し、加速度値の推移を観察することによって前記判別を行う。なお、前記波形を取得する工程においては、加速度センサ 31 により取得されたアナログデータとしての加速度値をそのままプロットしてもよいし、波形の観察を容易化するために加速度値の A/D 変換値に対して一定の処理を施した後の値をプロットしてもよい。

30

【0028】

歩行運動と歩行運動以外の運動との判別は、記憶部 33 にあらかじめ記憶されたプログラムにしたがって、制御部 40 によって行われる。判別では、あらかじめ設定され、記憶部 33 に保存された第 1 閾値 X 及び第 2 閾値 Y を用いればよい。第 1 閾値 X は、加速度値の上限ピーク値と下限ピーク値との差（振幅）についての閾値であって、例えば、歩行運動としての一步（ステップ）であると判断することについて適切な波の振幅の値を設定する（図 2 参照）。さらに、加速度値の上限ピーク値と下限ピーク値とが、歩行運動としての一步あたりに要する時間として適切か否かを同時に判断するため、一定時間 t_1 を設定しておくのがよい。また、第 2 閾値 Y は、一定時間 t_2 内において歩行と判断された体動の回数についての閾値であって、例えば、連続的な歩行運動であると判断することについて適切な加速度値が示す波（1 周期）の数を設定する。なお、連続な歩行運動か否かを判断する場合における、加速度値の波形の波の数をカウントするための一定時間 t_2 の値は、歩行運動という継続的な動作であることを確認するのに適切な値を適宜設定すればよい。

40

【0029】

このように、2 つの閾値（第 1 閾値 X 及び第 2 閾値 Y）を設定しておくことにより、例えば概略次のように体動が歩行運動か歩行運動以外の運動かを判別するように設定しておく。なお、第 1 実施形態では、閾値として第 1 閾値 X 及び第 2 閾値 Y の 2 つを用いるが、歩行運動か歩行運動以外の運動かを判別することができれば、閾値の内容・個数について

50

は特に限定されるものではなく、適宜設定すればよい。

(1) 時系列的に取得された加速度値の波形において、振幅が歩行運動としての一步と判断できるかどうか(上限ピーク値と下限ピーク値との差が第1閾値Xを超えたか否か、及び、その上限ピーク値と下限ピーク値とが一定時間 t_1 以内に取得されたか否か)をみて、所定の振幅が得られない場合は、歩行運動以外の運動と判別する。

(2) 加速度値の波形の振幅が第1閾値Xを超え、かつ、一定時間 t_1 以内に取得された場合、一定時間 t_2 内における加速度値の波形の波の数が、所定の数(第2閾値Y)を超えているか否かを判断し、所定の波の数以下である場合は、歩行運動以外の運動であると判別し、所定の波数を超える場合は連続的な歩行運動であると判別する。

【0030】

また、歩行運動以外の運動には、強度が強いものと弱いものが存在する。使用者の体動による消費エネルギーをより精密に算出するためには、歩行運動以外の運動を、体動強度によって判別し、この判別結果に応じて異なるエネルギー算出式を用いることが好ましい。第1実施形態では、さらに体動強度に関する第3閾値Zを用いて、歩行運動以外の運動の強度を判別する。

【0031】

演算部32(演算手段)は、記憶部33に記憶された使用者の生体情報や体動情報に基づいて、制御部40の制御のもと、使用者の体動による消費エネルギーを算出する。このとき、演算部32は、体動情報のうち、体動判別手段としての制御部40により、歩行運動として判別された体動の体動情報(体動ピッチや歩数など)に基づいて歩行運動時の消費エネルギーを算出し、歩行運動以外の運動として判別された体動の体動情報(体動強度)に基づいて歩行運動以外の運動時の消費エネルギーを算出し、これらの消費エネルギーを合算することにより、使用者の体動による総ての消費エネルギーを算出する。記憶部33には、歩行運動又は歩行運動以外の運動に対応した消費エネルギー算出式がそれぞれあらかじめ保存されている。さらに、記憶部33には、歩行運動以外の運動において体動強度の強いものと弱いものに対応した消費エネルギー算出式があらかじめ保存されている。演算部32は、判別結果に応じて、制御部40が各運動に対応して選択した算出式を用いて、歩行運動時の消費エネルギー及び歩行運動以外の運動時の消費エネルギーをそれぞれ算出するとともに、歩行運動時の消費エネルギー及び歩行運動以外の運動時の消費エネルギーを合算して、使用者の総ての体動に基づく消費エネルギーを算出している。

【0032】

歩行運動時の消費エネルギーを算出する算出式は、例えば、「使用者の体重×歩数×係数」とする。係数は、体動ピッチに応じて定まる定数と体動強度に応じて定まる係数を乗じたものとして任意に設定することができる。体動ピッチに応じて定まる定数としては、例えば、一步あたりに要した時間(体動ピッチ)が、250ms以上300ms未満の範囲にあれば係数 c_1 、300ms以上350ms未満の範囲にあれば係数 c_2 、以下同様にして、時間50msごとに順次大きくなるような係数(例えば、 $c_1 < c_2 < \dots$)を設定すればよい。一方、体動強度に応じて定まる係数は、例えば測定された加速度値に関するデータに応じて定まる係数とし、後述の「加速度値の大きさ」を任意の段階に分類し、「加速度値の大きさ」が小さい段階から大きい段階に向かって、順次大きくなるような係数(例えば、 $a_1 < a_2 < \dots$)を設定すればよい。

【0033】

以上のように係数を設定すれば、体動が走行運動であるか歩行運動であるかを問わずに同じ算出式を用いて消費エネルギーを算出することができる。例えば、体動が走行運動である場合には、一步あたりに要する時間(体動ピッチ)が、歩行運動である場合よりも短くなることから、前記係数設定に従えば、体動ピッチに応じて定まる係数は大きくなる。一方、体動が走行運動である場合は、加速度値が大きくなることから体動強度に応じて定まる係数は大きくなる。よって、消費エネルギーの算出式における係数が大きくなるため、歩行運動よりも大きなエネルギーが消費されたものとして算出することができる。消費エネルギー

10

20

30

40

50

一の算出のための単位時間として一定時間 t_3 (例えば 10 秒) を設定しておくことにより、演算部 32 は、一定時間 t_3 ごとの、体動ピッチの平均値が前記係数 (c_1 、 c_2 、 \dots) のいずれに属するかを判断してその係数を決定するとともに、体動強度の平均値が前記係数 (a_1 、 a_2 、 \dots) のいずれに属するかを判断してその係数を決定し、これらの係数に基づいて一定時間 t_3 の間に生じた「歩行運動時の消費エネルギー」を算出する。また、このようにして求めた一定時間 t_3 ごとの消費エネルギーの総てを合計することにより、歩行運動をした全時間分に対応する「歩行運動時の消費エネルギー」として算出することができる。なお、1 歩数 (体動情報) ごとに生じた瞬間的な消費エネルギーをそれぞれ算出したり、これらを合算することにより、全歩数分に対応した「歩行運動時の消費エネルギー」として算出するようにしてもよい。

10

【0034】

一方、歩行運動以外の運動時の消費エネルギーを算出する算出式は、例えば、「使用者の体重 \times 加速度値の大きさ \times 第 1 係数 + 第 2 係数」とする。ここで、第 1 係数及び第 2 係数は任意に設定することができるが、それぞれ性別 (生体情報) に応じて異なる値を設定しておくことが好ましい。使用者の生体情報として、性別の他に更に身長及び除脂肪量を用いることができる場合は、これらを含む項を導入することで、より正確な消費エネルギーを算出することができる。この場合の算出式は、性別によって算出式を別個に用意することが好ましい。例えば、男性用の算出式としては、「加速度値 (又はこれに一定の処理を施した値) \times 体重 \times 第 3 係数 + 除脂肪量 \times 第 4 係数 - 第 5 係数」を採用し、女性用の算出式としては、「加速度値 (又はこれに一定の処理を施した値) \times 体重 \times 第 6 係数 + (除脂肪量 / 身長の二乗) \times 第 7 係数 - 第 8 係数」を用いる。さらに、この場合も、第 3 係数乃至第 8 係数は任意に設定することができるが、それぞれ性別 (生体情報) に応じて異なる値を設定しておくことが好ましい。このように、演算部 32 は、一定時間 t_3 の間に生じた「歩行運動以外の運動時の消費エネルギー」を算出する。また、このようにして求めた一定時間 t_3 ごとの消費エネルギーの総てを合計することにより、歩行運動以外の運動をした全時間分に対応する「歩行運動以外の運動時の消費エネルギー」として算出することができる。なお、一定時間 t_3 は、消費エネルギー算出のための単位時間であるが、前述の「歩行運動時の消費エネルギー」における消費エネルギー算出のための単位時間を一定時間 t_{31} とし、「歩行運動以外の運動時の消費エネルギー」における消費エネルギー算出のための単位時間を一定時間 t_{32} として、それぞれ別個の単位時間を設定するようにしてもよいし、同一の単位時間を設定してもよく、適宜選択可能である。

20

30

【0035】

また、歩行運動以外の運動を体動強度が強いものと弱いものに分ける場合は、上述の係数を体動強度 (加速度値) に応じて 2 種類用意して、歩行運動以外の運動のうち、強度が弱い運動の場合に用いる計算式 (歩行運動以外の運動の計算式 1) と、強度が強い運動の場合に用いる計算式 (歩行運動以外の運動の計算式 2) というようにして、体動強度に応じて 2 種類以上の計算式を用意するのが好適である。これにより、一定時間 t_3 の間に測定された加速度値の平均値が、第 3 閾値 Z 以上のときは体動強度が強いものとして、第 3 閾値 Z 未満のときは体動強度が弱いものとして、それぞれ対応する計算式を用いて消費エネルギーを算出することが可能となる。

40

【0036】

次に、図 3 を参照しつつ、体動検出装置 10 による消費エネルギーの算出について説明する。ここで、図 3 は、体動検出装置 10 の動作の流れの一例を示すフローチャートである。

【0037】

体動検出装置 10 を起動させた後、体動情報の取得に先だって、使用者により操作部 21 を操作させて生体情報及び設定事項を入力させるとともに、入力された生体情報及び設定事項は、記憶部 33 の所定領域に保存することにより、初期設定を行う (ステップ S1)。なお、保存された生体情報及び設定事項は、操作部 21 を操作することにより読み出

50

して表示部 22 に表示させることができ、使用者はこの表示を見ながら必要に応じて操作部 21 を操作して修正を行うことができる。これらの入力作業が終了した後、体動検出装置 10 は使用者の着衣等所定の場所に装着される。

【0038】

体動検出装置 10 の加速度センサ 31 による体動情報の取得を開始し、取得された体動情報の記憶部 33 への保存を行う（ステップ S2）。具体的には、A/D 変換器 35 は、加速度センサ 31 の X 軸センサ 31a、Y 軸センサ 31b、Z 軸センサ 31c によって取得されたアナログデータとしての各出力値を、それぞれ A/D 変換するとともに、制御部 40 は、計時部 34 によって、取得が開始された時点からの経過時間（又は現在時刻）を同時に取得し、前記各出力値の A/D 変換値を、その取得開始から所定の経過時間（又は現在時刻）に対応させて記憶部に保存する。

【0039】

次に、演算部 32 は、X 軸センサ 31a、Y 軸センサ 31b、Z 軸センサ 31c の各出力値の A/D 変換値を合成することにより、デジタルデータとしての加速度値（加速度値の A/D 変換値）を計算により求めるとともに、制御部 40 は、加速度値の A/D 変換値を、前記経過時間に対応させて記憶部 33 に保存する（ステップ S3）。

【0040】

より具体的には、まず、X 軸センサ 31a の出力値、Y 軸センサ 31b の出力値、Z 軸センサ 31c の出力値、のそれぞれについて、横軸に経過時間（単位：秒）、縦軸に加速度値の A/D 変換値（単位：カウント）をとって波形を取得する。次に、一定時間 t4 ごとに n 個のサンプルを、X 軸センサ 31a の出力値（ X_1 、 X_2 、 \dots 、 X_n ）、Y 軸センサ 31b の出力値（ Y_1 、 Y_2 、 \dots 、 Y_n ）、Z 軸センサ 31c の出力値（ Z_1 、 Z_2 、 \dots 、 Z_n ）、のそれぞれから抽出し、これらの平均値（AX、AY、AZ）を算出する。なお、一定時間 t4 は、この平均値を算出するための時間的間隔、また、n の値は、この平均値を算出するためのサンプル数であり、それぞれ適宜設定可能である。この n の値を多く設定すれば、より多くのデータに基づく平均値を算出できる結果、より精度の高い消費エネルギーの算出が可能となる点で好適である。

【0041】

次に、前記サンプルごとに、前記平均値からの絶対値を求めて、その合成値を算出することにより、「加速度値」を計算する。例えば、第 1 サンプルである、X 軸センサ 31a の出力値 X_1 、Y 軸センサ 31b の出力値 Y_1 、及び、Z 軸センサ 31c の出力値 Z_1 については、それぞれの平均値 AX、AY、AZ を用いて、「 $((X_1 - AX)^2 + (Y_1 - AY)^2 + (Z_1 - AZ)^2)$ 」のように計算すれば、第 1 サンプルにおける加速度値を計算することができる。以下同様にして、第 n サンプルまで加速度値を計算し、さらにこれを繰り返して加速度値の計算を行い、図 2 に示すように、横軸を経過時間（単位：秒）、縦軸を加速度値の A/D 変換値（単位：カウント）として、順次計算される総ての加速度値をプロットすれば、加速度値の波形を取得することができる。

【0042】

この加速度値の波形（図 2 参照）において、まず、下限ピーク値を取得しているか否か（ステップ S4）、及び、上限ピーク値を取得しているか否か（ステップ S5）を順次判断する。下限ピーク値が取得できていない場合（ステップ S4 で No）、又は、上限ピーク値が取得できていない場合（ステップ S5 で No）は、歩行フラグをゼロとして、歩行運動以外の運動がなされているものと判別する（ステップ S20）。

【0043】

これに対して、下限ピーク値を取得しており（ステップ S4 で Yes）、かつ、上限ピーク値を取得している（ステップ S5 で Yes）場合は、取得した上限ピーク値と下限ピーク値との差（振幅）を算出する。上限ピーク値と下限ピーク値との差が第 1 閾値 X を超えるか否かを判断し（ステップ S6）、第 1 閾値 X 以下である場合（ステップ S6 で No

10

20

30

40

50

）は、歩行フラグをゼロとして、歩行運動以外の運動がなされているものと判別する（ステップS20）。

【0044】

加速度値の上限ピーク値と下限ピーク値との差が第1閾値Xを超える場合には（ステップS6でYes）、この上限ピーク値と下限ピーク値との差が一定時間 t_1 内に取得できたか否かを判断する（ステップS7）。振幅値が一定時間 t_1 内に取得できていないと判断した場合は（ステップS7でNo）、歩行フラグをゼロとして、歩行運動以外の運動がなされているものと判別する（ステップS20）。

【0045】

一方、上限ピーク値と下限ピーク値との差が一定時間 t_1 内に取得できた場合（ステップS7でYes）は、歩行フラグがゼロか否かを判断する（ステップS8）。歩行フラグがゼロである場合（ステップS8でYes）は、歩行フラグに対応するバッファに1を加える（ステップS9）。このバッファは、使用者の体動が歩行運動であることを判断するために一時的に記憶される体動回数データであり、第1実施形態ではステップS6及びステップS7の条件を満たす加速度値の波形の波の数、すなわち歩数としている。

【0046】

さらに、ステップS9においてバッファの値が1となった時点から一定時間 t_2 を超えている場合（ステップS10でNo）は、歩行フラグをゼロとするとともに、バッファの値をゼロにリセットして、歩行運動以外の運動がなされているものと判別する（ステップS20）。一方、ステップS9においてバッファの値が1となった時点から一定時間 t_2 内である場合（ステップS10でYes）、バッファの値が第2閾値Yよりも大きい値であるか否かを判断する（ステップS11）。これにより、バッファの値が、一定時間 t_2 （例えば10秒間）の間に第2閾値Y（例えば10歩）を超える場合には、使用者が連続的な歩行運動を行っているものと判断することができる。このように、一定時間 t_2 及び第2閾値Yは、使用者が連続的な歩行運動を行っているのに適切な時間及び歩数をそれぞれ設定しておけばよい。バッファの値が第2閾値Y以下である場合（ステップS11でNo）は、ステップS2に戻って同様の処理を繰り返す。バッファの値が第2閾値Yよりも大きい値である場合（ステップS11でYes）は、歩行フラグを1に書き換え（ステップS12）、現在の歩数カウンタにバッファの値から1を減算した値を加えて歩数カウンタを書き換え（ステップS13）、さらに現在の歩数カウンタに1を加えて歩数カウンタを書き換える（ステップS14）。なお、ステップS13において、「バッファの値から1を減算した値」を歩数カウンタに加えるのは、連続的な歩行運動が開始されたと判断される直前に、この判断を行うために監視していた歩数分（バッファの値）を加える必要があるためであるが、ステップS14において更に歩数カウンタに1を加算することを考慮して、ステップS13では「バッファの値から1を減算した値」を加算しているものである。以上のようにして、歩行フラグが1とされて連続的な歩行運動が開始されたと判断された後は、ステップS9乃至ステップS13を省略し、ステップS8からステップS14へ移行させるようにすればよい。このようにして、バッファの値を考慮して歩行運動か否かを判断するのは、数歩分のステップ動作を使用者が行った場合であっても、連続的な歩行動作とまではいえない単なる断続的な体動にすぎない場合があるため、このような連続的な歩行運動とまではいえないノイズとなるステップ動作による体動を、歩行運動から除外するためである。ただし、このように歩行運動から除外された運動であっても、後述のように、これによって消費されたエネルギーを算出することができる点で、歩行運動以外の運動による消費エネルギーをも含む、使用者が消費している全エネルギーを、総合的かつ正確に算出することができる。

【0047】

次に、消費エネルギーの算出のための単位時間である一定時間 t_3 を経過しているか否かを判断する（ステップS15）。ここで、一定時間 t_3 の起算点については、例えば、次のように設定する。

（1）一定時間 t_3 が、連続的な歩行運動が開始されたと判断された時点（歩行フラグ

10

20

30

40

50

が 1 とされた時点) が属する単位時間である場合は、その連続的な歩行運動の第 1 歩目の時点を開始点とする。したがって、図 3 では、(a) ステップ S 8 で Yes とされて、ステップ S 9 乃至ステップ S 13 を介してステップ S 15 に至った場合や、(b) ステップ S 8 で No とされて、ステップ S 9 乃至ステップ S 13 を省略してステップ S 15 に至った場合であって前記 (a) と同じ単位時間に属している場合などは、ステップ S 9 において「buf = 1」となった時点を開始点とすればよい。

(2) 一定時間 t_{3_1} が、連続的な歩行運動が開始されたと判断された時点(歩行フラグが 1 とされた時点) が属する単位時間よりも後の単位時間である場合は、直前の単位時間の終了時点を開始点とする。したがって、図 3 では、既に 1 回以上、ステップ S 18 において消費エネルギーの計算がなされた後に、ステップ S 15 に至っている場合の単位時間は、直前の単位時間の終了時点を開始点とすればよい。

10

【 0 0 4 8 】

一定時間 t_{3_1} 経過前であれば(ステップ S 15 で No)、ステップ S 2 に戻って同様の処理を繰り返す。一方、一定時間 t_{3_1} が経過した場合(ステップ S 15 で Yes) は、制御部 40 及び演算部 32 は、一定時間 t_{3_1} の間の歩行運動による「加速度値の大きさ」(体動強度)を計算するとともに(ステップ S 16)、各値に対応した所定の係数を決定し、記憶部 33 に記憶する。ここで、加速度値の大きさは、消費エネルギーの算出のための単位時間である一定時間 t_{3_1} の間の加速度値(ステップ S 3 における各プロット値)の積算値である。

【 0 0 4 9 】

20

また、制御部 40 及び演算部 32 は、一定時間 t_{3_1} の間の歩行運動による体動ピッチの平均値を算出するとともに(ステップ S 17)、その値に対応した所定の係数を決定し、記憶部 33 に記憶する。体動ピッチの平均値の算出は、例えば、一定時間 t_{3_1} の間における加速度値の波形において、各波(各歩数)ごとの上限ピーク値(又は下限ピーク値)同士の間隔(時間)の平均値を求めればよい。

【 0 0 5 0 】

演算部 32 は、使用者の体重、歩数、及び、体動ピッチや体動強度により定まる係数を、歩行運動時の消費エネルギーを算出する算出式に適用して、一定時間 t_{3_1} の間の「歩行運動時の消費エネルギー」を算出する(ステップ S 18)。このときに、同様にして算出した一定時間 t_{3_1} ごとの消費エネルギーの総てを合計することにより、歩行運動をした全時間分に対応する「歩行運動時の消費エネルギー」として算出しておいてもよい。制御部 40 は、このようにして算出された「歩行運動時の消費エネルギー」を記憶部 33 に記憶させる。

30

【 0 0 5 1 】

歩行運動以外の運動であると判別された場合(ステップ S 20)は、歩行フラグが 0 とされて歩行運動以外の運動が開始されたと判断された後、消費エネルギーの算出のための単位時間である一定時間 t_{3_2} を経過しているか否かを判断する(ステップ S 21)。ここで、一定時間 t_{3_2} の起算点については、例えば、次のように設定する。

(1) 一定時間 t_{3_2} が、ステップ S 1 の直後のステップ S 2 において最初に体動情報を取得した時点が属する単位時間である場合は、その時点を開始点とする。

40

(2) 一定時間 t_{3_2} が、歩行運動から歩行運動以外の運動へ移行した時点(歩行フラグが 1 から 0 に書き換えられた時点) が属する単位時間である場合は、直前の歩行運動の消費エネルギー算出のための単位時間(一定時間 t_{3_1}) の終了時点を開始点とする。

(3) 一定時間 t_{3_2} が、前記 (1) 又は (2) の単位時間よりも後の単位時間である場合は、直前の単位時間の終了時点を開始点とする。

【 0 0 5 2 】

一定時間 t_{3_2} 経過前であれば(ステップ S 21 で No)、ステップ S 2 に戻って同様の処理を繰り返す。一方、一定時間 t_{3_2} が経過した場合(ステップ S 21 で Yes) は、一定時間 t_{3_2} の間の「歩行運動以外の運動時の消費エネルギー」を算出すればよいが、第 1 実施形態では、その歩行運動以外の運動が、強度の強い運動か弱い運動かを判別し

50

、その強度により異なる計算式を用いてより正確な消費エネルギーを算出することができる例を説明する。

【0053】

制御部40及び演算部32は、一定時間 t_{32} の間の歩行運動以外の運動による「加速度値の大きさ」（体動強度）を計算する（ステップS22）。ここで、加速度値の大きさは、消費エネルギーの算出のための単位時間である一定時間 t_{32} の間の加速度値（ステップS3における各プロット値）の積算値である。

【0054】

次に、制御部40及び演算部32は、一定時間 t_{32} における加速度値の大きさ（体動強度）が、第3閾値Zよりも小さい場合（ステップS23でYes）は、歩行運動以外の運動のうち強度の弱い運動の場合に用いる計算式（歩行運動以外の運動の計算式1）を選択して、一定時間 t_{32} の間の「歩行運動以外の運動時の消費エネルギー」を算出し（ステップS24）、第3閾値Z以上である場合（ステップS23でNo）は、歩行運動以外の運動のうち強度の強い運動の場合に用いる計算式（歩行運動以外の運動の計算式2）を選択して、一定時間 t_{32} の間の「歩行運動以外の運動時の消費エネルギー」を算出する（ステップS25）。このときに、演算部32は、同様にして算出した一定時間 t_3 ごとの消費エネルギーの総てを合計することにより、歩行運動以外の運動をした全時間分に対応する「歩行運動以外の運動時の消費エネルギー」として算出しておいてもよい。制御部40は、このようにして算出された「歩行運動以外の運動時の消費エネルギー」を記憶部33に記憶させる。

【0055】

演算部32は、以上のようにして算出された「歩行運動時の消費エネルギー」及び「歩行運動以外の運動時の消費エネルギー」を随時合算して、使用者の体動によって生じた総ての消費エネルギーを算出し、制御部40は、この算出結果を表示部22に表示させる（ステップS19）。その後、ステップS2に戻って同様の処理を繰り返す。

【0056】

次に本発明の第2実施形態に係る体動検出装置について、図1、図4、及び図5を参照しつつ説明する。第2実施形態に係る体動検出装置は、第1実施形態に係る体動検出装置10と同様に操作部21、表示部22、加速度センサ31、演算部32、記憶部33、計時部34、A/D変換器35、及び、制御部40を備えるものであって、各部についての詳細な説明は省略する。第2実施形態に係る体動検出装置は、歩行運動と歩行運動以外の運動との判別手法として、第1実施形態に係る体動検出装置10とは異なる判別方法を採用したものである。以下に、歩行運動と歩行運動以外の運動との判別手法について説明する。

【0057】

歩行運動と歩行運動以外の運動との判別は、記憶部33にあらかじめ記憶されたプログラムにしたがって、制御部40によって行われる。判別では、あらかじめ設定され、記憶部33に保存された第4閾値A及び第5閾値Bを用いればよい。第4閾値Aは、加速度値（体動強度）の閾値であって、歩行運動としての一步（ステップ）であると判断することについて適切な加速度値を設定する（図4参照）。また、第5閾値Bは、加速度値の波形において隣り合う波の上限ピーク値の間の時間間隔（体動ピッチ）についての閾値であって、歩行運動であると判断することについて適切な一步（ステップ）当たりのピッチを設定する。

【0058】

このように、2つの閾値（第4閾値A及び第5閾値B）を設定しておくことにより、例えば概略次のように体動が歩行運動か歩行運動以外の運動かを判別するように設定する。

（1）時系列的に取得された加速度値の波形において、第1波の上限ピーク値が歩行運動と判断できる体動強度かどうか（第4閾値Aを超えたか否か）をみて、所定の体動強度に至らない場合は、歩行運動以外の運動と判別する。

（2）第1波の上限ピーク値が所定の体動強度（第4閾値A）を超えている場合、第1波

後の第2波の上限ピーク値が、所定の体動強度（第4閾値A）を超えているか否かを判断し、所定の体動強度に至らない場合は、第1波に対応する体動及び第2波に対応する体動のいずれもが、歩行運動以外の運動であると判別する。

（3）第2波の上限ピーク値が所定の体動強度（第4閾値A）を超えている場合、第1波と第2波との各上限ピーク値が、歩行運動と判断できる体動ピッチを刻んでいるかどうか（第5閾値B以内か否か）をみて、所定の体動ピッチに適合しない場合は、歩行運動以外の運動と判別する。

（4）第1波と第2波の上限ピーク値が、歩行運動と判断できる体動ピッチを刻んでいる場合（図4において、「 B_1 B」の場合）において、同様に第3波以降（第N波まで）を観察することで、連続的に所定の体動強度及び体動ピッチを有する場合には、連続的な歩行運動がなされているものと判断する。このとき、制御部40は、歩行運動であると判断した直後の波が所定の体動強度及び体動ピッチを有することを確認しつつ、1波につき「1歩（1ステップ）」として歩数（体動情報）のカウントを行うことにより、歩数カウント手段として機能し、歩数及び1歩あたりに要した時間（体動ピッチ）を記憶部33に記憶させる。一方、連続的に所定の体動強度及び体動ピッチを確認できない場合、歩行運動以外の運動であると判断する。また、連続的に所定の体動強度及び体動ピッチを確認できなくなった場合は、歩行運動から歩行運動以外の運動に移行したものと判断し、歩数カウントを中断する。なお、Nの値は、歩行運動という継続的な動作であることを確認するのに適切な値を適宜設定すればよい。

【0059】

演算部32による歩行運動時の消費エネルギー及び歩行運動以外の運動時の消費エネルギーを算出の方法については、第1実施形態と同様であるので、詳細な説明は省略する。

【0060】

次に、図5を参照しつつ、体動検出装置10による消費エネルギーの算出について説明する。ここで、図5は、第2実施形態にかかる体動検出装置10の動作の流れの一例を示すフローチャートである。

【0061】

ステップS30乃至ステップS32の処理については、第1実施形態におけるステップS1乃至ステップS3と同様であるので、説明を省略する。制御部40は、第1実施形態と同様に加速度値（体動情報）を計算し、図4に示すように、横軸に経過時間（単位：秒）、縦軸に加速度値のA/D変換値（単位：カウント）をとり、順次計算される総ての加速度値をプロットすることにより波形を取得する。その波形において、第4閾値Aを超える上限ピーク値を有する第1波の有無を判断し（ステップS33）、この第1波が検出されない間は（ステップS33でNo）、歩行運動以外の運動がなされているものと判別する（ステップS42）。

【0062】

第4閾値Aを超える上限ピーク値を有する第1波が検出できた場合には（ステップS33でYes）、第1波の直後に、第4閾値Aを超える上限ピーク値を有する第2波の有無を判断し（ステップS34）、この第2波が検出されない間は（ステップS34でNo）、歩行運動以外の運動がなされているものと判別する（ステップS42）。

【0063】

第4閾値Aを超える上限ピーク値を有する第2波が検出できた場合には（ステップS34でYes）、第1波と第2波との各上限ピーク値のピッチ（図4において、 B_1 ）が、第5閾値B以下であるか否かを判断し（ステップS35）、第5閾値Bを超える場合には（ステップS35でNo）、歩行運動以外の運動がなされているものと判別する（ステップS42）。

【0064】

第1波と第2波との各上限ピーク値のピッチが第5閾値B以下（図4において、 B_1 B）である場合（ステップS35でYes）、同様に第3波以降（第N波まで）、第4閾値A（体動強度）及び第5閾値B（体動ピッチ）に基づいて、これらを満たす振幅が

10

20

30

40

50

連続的に発生しているか否かを判断し（ステップS36）、連続的な波形が看取できない場合には（ステップS36でNo）、歩行運動以外の運動がなされているものと判別する（ステップS42）。一方、第N波まで連続的に第4閾値A（体動強度）及び第5閾値B（体動ピッチ）を満たしている場合には（ステップS36でYes）、連続的な歩行運動が開始されたと判断する（ステップS37）。

【0065】

制御部40は、連続的な歩行運動が開始されたと判断した直後の波以降も同様にして第4閾値A（体動強度）及び第5閾値B（体動ピッチ）を満たすことを確認しつつ、1波につき「1歩（1ステップ）」として歩数（体動情報）のカウントを行い、歩数及び1歩あたりに要した時間（体動ピッチ）を記憶させる（ステップS38）。なお、第4閾値A（体動強度）及び第5閾値B（体動ピッチ）を満たす連続した波を確認できなくなった場合には、歩行運動から歩行運動以外の運動に移行したものと判断し、歩数カウントを中断する。

【0066】

連続的な歩行運動が開始されたと判断された時点から一定時間経過前であれば（ステップS39でNo）、ステップS31に戻って同様の処理を繰り返す。なお、ここでいう一定時間は、第1実施形態における一定時間 t_3 （又は一定時間 t_{3_1} ）に相当するものである。一方、一定時間が経過した場合（ステップS39でYes）は、制御部40及び演算部32は、一定時間の間の歩行運動による体動ピッチ及び体動強度のそれぞれの平均値を算出するとともに（ステップS40）、各値に対応した所定の係数を決定し、記憶部33に記憶する。体動強度の平均値としては、例えば、前記一定時間の間の加速度値の波形において、各波（各歩数）ごとの上限ピーク値の平均値とすればよい。一方、体動ピッチの平均値としては、例えば、前記一定時間の間の加速度値の波形において、各波（各歩数）ごとの上限ピーク値同士の間隔の平均値を求めればよい。

【0067】

演算部32は、使用者の体重、歩数、及び、体動ピッチや体動強度により定まる係数を、歩行運動時の消費エネルギーを算出する算出式に適用して、一定時間の間の「歩行運動時の消費エネルギー」を算出し、制御部40は、このようにして算出された「歩行運動時の消費エネルギー」を記憶部33に記憶させる（ステップS41）。

【0068】

歩行運動以外の運動であると判別された場合（ステップS42）は、歩行運動以外の運動が開始されたと判断された時点から一定時間経過前であれば（ステップS42でNo）、ステップS31に戻って同様の処理を繰り返す。なお、ここでいう一定時間は、第1実施形態における一定時間 t_3 （又は、一定時間 t_{3_2} ）に相当するものである。一方、一定時間が経過した場合（ステップS42でYes）、演算部32は、使用者の体重、一定時間の間の加速度値（体動強度）の平均値、及び、使用者の生体情報により定まる係数を、歩行運動以外の運動時の消費エネルギーを算出する算出式に適用して、一定時間の間の「歩行運動以外の運動時の消費エネルギー」を算出し、制御部40は、このようにして算出された「歩行運動以外の運動時の消費エネルギー」を記憶部33に記憶させる（ステップS44）。

【0069】

演算部32は、以上のようにして算出された「歩行運動時の消費エネルギー」及び「歩行運動以外の運動時の消費エネルギー」を随時合算して、使用者の体動によって生じた総ての消費エネルギーを算出し、制御部40は、この算出結果を表示部22に表示させる（ステップS45）。その後、ステップS31に戻って同様の処理を繰り返す。

【0070】

なお、表示部22には、使用者の体動による消費エネルギーの他に、体動情報としての歩数や、前日、前々日等の過去の消費エネルギーや歩数をも表示するようにしてもよい。

【0071】

以上のように構成されたことから、第1実施形態及び第2実施形態によれば、次の効果

10

20

30

40

50

を奏する。

(1) 歩行運動と歩行運動以外の運動とを判別し、これらの運動形態に応じた消費エネルギーを別個に算出することで、歩行運動以外の運動による消費エネルギーをも含む使用者が消費しているエネルギーを総合的かつ正確に算出することができる。

(2) 歩行運動と歩行以外の運動とで、別個の消費エネルギーの算出式を用いるとともに、体動強度及び体動ピッチといった体動情報を算出に反映させるため、例えば同じ歩行運動であっても、その激しさ等に応じた消費エネルギーを正確に算出することができる。

【0072】

本発明について上記実施形態を参照しつつ説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、改良の目的または本発明の思想の範囲内において改良または変更が可能である。例えば、以上の説明においては、歩行運動と走行運動とを含む体動として「歩行運動」とし、歩行運動と走行運動とを同じ計算式で消費エネルギーを求めるものを示したが、歩行運動の消費エネルギーを算出する計算式と、走行運動の消費エネルギーを算出する計算式と、をあらかじめ別個に容易しておき、使用者の体動の体動ピッチや体動強度によって、その体動が歩行運動か走行運動かを判別させて、それぞれの計算式によって消費エネルギーを求めるようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図1】本発明の第1実施形態に係る体動検出装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係る体動検出装置による体動情報の測定結果の例を示すグラフである。

【図3】本発明の第1実施形態に係る体動検出装置の動作の流れの一例を示すフローチャートである。

【図4】本発明の第2実施形態に係る体動検出装置による体動情報の測定結果の例を示すグラフである。

【図5】本発明の第2実施形態に係る体動検出装置の動作の流れの一例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0074】

- 10 体動検出装置
- 21 操作部（生体情報取得手段）
- 22 表示部
- 31 加速度センサ（体動情報取得手段）
- 31a X軸センサ
- 31b Y軸センサ
- 31c Z軸センサ
- 32 演算部（演算手段）
- 33 記憶部
- 34 計時部
- 35 A/D変換器
- 40 制御部（体動判別手段、歩数カウント手段）
- X 第1閾値
- Y 第2閾値
- Z 第3閾値
- A 第4閾値
- B 第5閾値

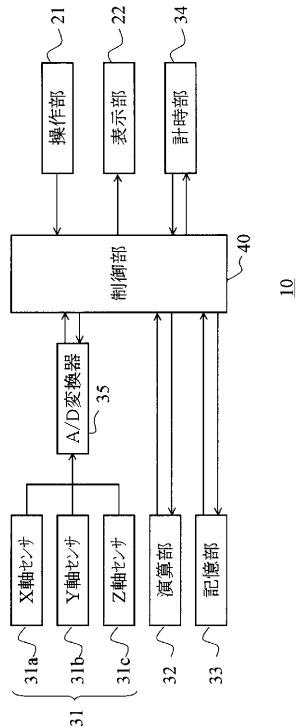
10

20

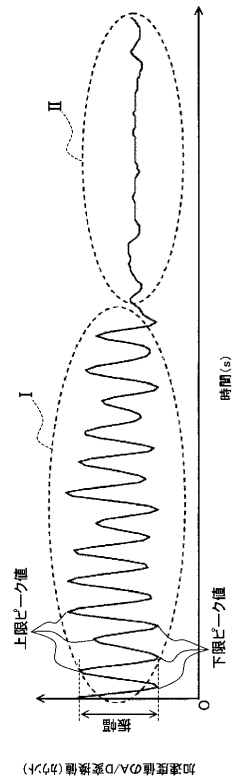
30

40

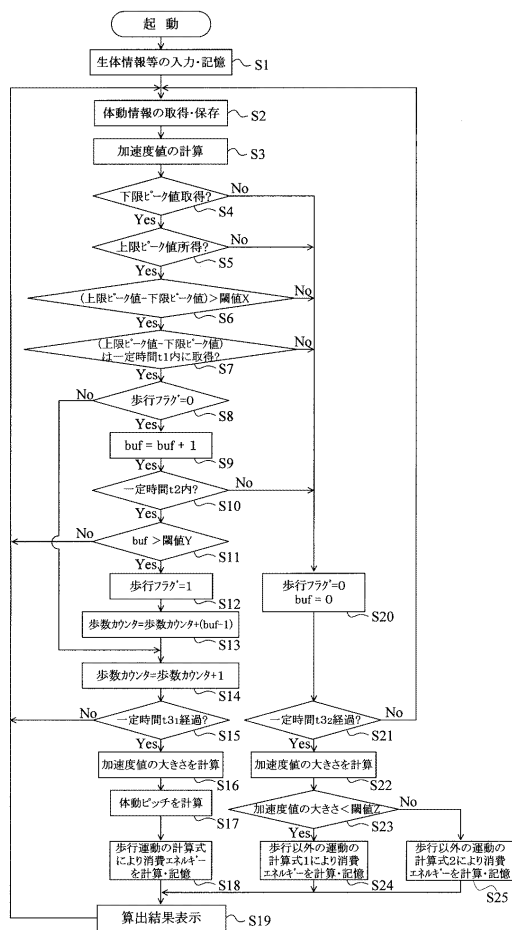
【図 1】



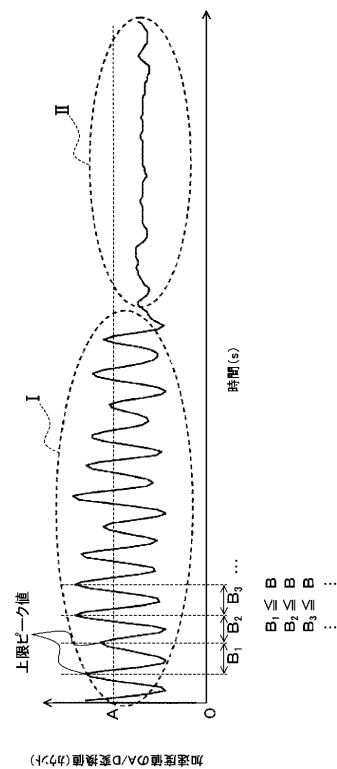
【図 2】



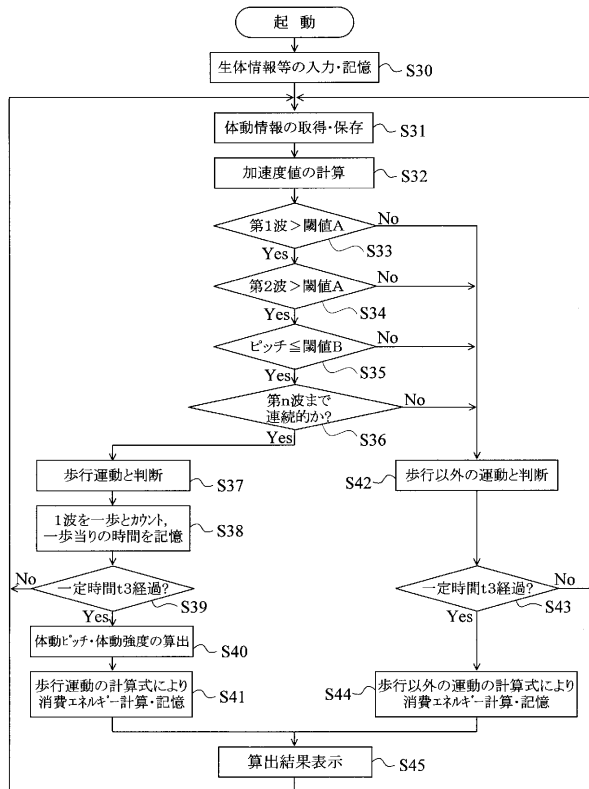
【図 3】



【図 4】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 0 8 - 1 3 1 4 2 5 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 5 2 6 4 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 5 / 1 1
A 6 1 B 5 / 2 2