

(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2017-9432

(P2017-9432A)

(43) 公開日 平成29年1月12日(2017.1.12)

(51) Int.Cl.

G01G 19/44 (2006.01)

F I

G01G 19/44

テーマコード (参考)

Z

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-124797 (P2015-124797)
 (22) 出願日 平成27年6月22日 (2015. 6. 22)

(71) 出願人 000000918
 花王株式会社
 東京都中央区日本橋茅場町1丁目14番1
 〇号
 (74) 代理人 100110928
 弁理士 速水 進治
 (72) 発明者 須藤 元喜
 東京都墨田区文花2-1-3 花王株式会
 社研究所内
 (72) 発明者 高柳 直人
 東京都墨田区文花2-1-3 花王株式会
 社研究所内

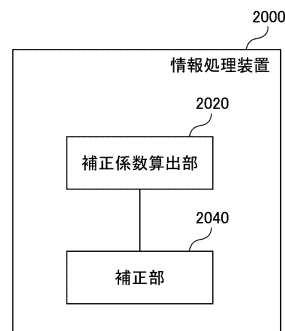
(54) 【発明の名称】 情報処理装置、測定値の補正方法、及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】人が歩行動作で地面にかける負荷の測定精度を高くする技術を提供する。

【解決手段】補正係数算出部2020は、ユーザが歩行動作中の一步において地面にかける負荷の測定値を用いて補正係数を算出する。補正係数算出部2020が用いる測定値は、1)ミッドスタンスにおいてユーザの立脚足が地面にかける第1負荷、2)ターミナルスタンスにおいてユーザの立脚足が地面にかける第2負荷、及び3)プレスイングにおいてユーザの立脚足が地面にかける第3負荷のそれぞれを測定した値である。補正部2040は、補正係数算出部2020によって算出された補正係数を用いて、上記負荷を測定する負荷測定器の測定値を補正する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ユーザの歩行動作中の或る一步について負荷測定器によって測定された、ミッドスタンスにおいて立脚足が地面にかける第 1 の負荷、ターミナルスタンスにおいて立脚足が地面にかける第 2 の負荷、及びプレスイングにおいて立脚足が地面にかける第 3 の負荷の各測定値を用いて、補正係数を算出する補正係数算出手段と、

前記補正係数を用いて、前記負荷測定器の測定値を補正する補正手段と、
を有する情報処理装置。

【請求項 2】

前記補正係数算出手段は、前記第 1 の負荷、前記第 2 の負荷、及び前記第 3 の負荷を用いて、ユーザの推定体重を算出し、前記ユーザの体重の真値と前記推定体重との比を前記補正係数として算出する、請求項 1 に記載の情報処理装置。

10

【請求項 3】

前記補正係数算出手段は、前記ユーザの歩行動作中の第 1 の一步について第 1 の前記補正係数を算出し、前記ユーザの歩行動作中の第 2 の一步について第 2 の前記補正係数を算出し、

前記補正手段は、第 1 の前記補正係数と第 2 の前記補正係数との比を用いて、前記第 2 の一步の負荷の測定値を補正する、請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記補正係数算出手段は、

20

前記第 1 の一步について測定された前記第 1 の負荷、前記第 2 の負荷、及び前記第 3 の負荷を用いてユーザの推定体重を算出し、その値を第 1 の前記補正係数とし、

前記第 2 の一步について測定された前記第 1 の負荷、前記第 2 の負荷、及び前記第 3 の負荷を用いてユーザの推定体重を算出し、その値を第 2 の前記補正係数とし、

前記ユーザの体重の真値と第 1 の前記補正係数との比を第 3 の前記補正係数として算出し、

前記補正手段は、第 1 の前記補正係数と第 2 の前記補正係数との比を用いて補正された第 2 の一步の負荷の測定値を、第 3 の前記補正係数を用いてさらに補正する、請求項 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 5】

30

前記補正係数算出手段は、各前記負荷の測定値と、各前記負荷に対応する所定の係数とをそれぞれ掛け合わせた値を合算することで、前記ユーザの推定体重を算出し、前記補正係数の算出に用いる、請求項 1 乃至 4 いずれか一項に記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記補正係数算出手段は、前記負荷測定器によって測定された、前記第 1 の負荷、前記第 2 の負荷、前記第 3 の負荷、ローディングレスポンスにおいて立脚足が地面にかける第 4 の負荷、及びターミナルスタンスにおいて立脚足が地面にかける負荷であり、前記第 2 の負荷とは異なるタイミングにおける負荷である第 5 の負荷の各測定値を用いて、前記補正係数を算出する、請求項 1 乃至 5 いずれか一項に記載の情報処理装置。

【請求項 7】

40

各前記負荷は、立脚期の長さに対して相対的に定められている各タイミングで測定される、請求項 1 乃至 6 いずれか一項に記載の情報処理装置。

【請求項 8】

前記負荷測定器は足圧分布センサである、請求項 1 乃至 7 いずれか一項に記載の情報処理装置。

【請求項 9】

ユーザの歩行動作中の或る一步について負荷測定器によって測定された、ミッドスタンスにおいて立脚足が地面にかける第 1 の負荷、ターミナルスタンスにおいて立脚足が地面にかける第 2 の負荷、及びプレスイングにおいて立脚足が地面にかける第 3 の負荷の各測定値を用いて、補正係数を算出する補正係数算出ステップと、

50

前記補正係数に基づいて、前記負荷測定器の測定値を補正する補正ステップと、
を有する測定値の補正方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の測定値の補正方法における各ステップをコンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、情報処理装置、測定値の補正方法、及びプログラムに関する。

【背景技術】

10

【0002】

人の歩行動作を解析する方法の 1 つに、歩行足が地面にかける負荷（足圧など）を計測し、その時間変化等を解析する方法がある。このような解析を行うために、上述の負荷を測定するための機器が開発されている。

【0003】

このような機器の一つに、床の一部に設置される床反力計（フォースプレート）という機器がある。床反力計は、ひずみセンサーを用いており、足圧の絶対値を計測することができる。しかし一般に、床反力計は、高価であること、及び予め床の一部に設置しておく必要があることなどから、汎用性が低い。

【0004】

20

そこで、歩行足が地面にかける負荷を測定するための他の機器として、ゴムスポンジパネなどを用いた比較的安価なセンサで構成される足圧分布センサなどが用いられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2013 - 185879 号公報

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献 1】キルステン ゲッツ・ノイマン、「観察による歩行分析」、医学書院、2005 年 6 月 1 日

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

足圧分布センサなどの安価なセンサは、センサに用いるゴムの弾性や劣化などの要因により、測定された負荷に含まれる誤差が大きい。また、その誤差は経時的に積算していく。そのため、これらの安価なセンサを用いる場合、歩行足が地面にかける負荷を正確に把握することが難しい。

【0008】

ここで、特許文献 1 は、足圧センサの劣化を判定するシステムを開示している。このシステムを用いることでセンサの劣化を把握できるため、劣化したセンサを使い続けることを防止することができる。しかし、このシステムを用いても、センサの測定精度を高くすることはできない。

40

【0009】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものである。本発明の目的は、人が歩行動作で地面にかける負荷の測定精度を高くする技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の情報処理装置は、ユーザの歩行動作中の或る一步について負荷測定器によって測定された、ミッドスタンスにおいて立脚足が地面にかける第 1 の負荷、ターミナルスタンスにおいて立脚足が地面にかける第 2 の負荷、及びプレスイングにおいて立脚足が地面

50

に於ける第3の負荷の各測定値を用いて補正係数を算出する補正係数算出手段と、前記補正係数を用いて、前記負荷測定器の測定値を補正する補正手段と、を有する。

【0011】

本発明の測定値の補正方法は、好ましくはコンピュータによって実行される。当該測定値の補正方法は、ユーザの歩行動作中の或る一步について負荷測定器によって測定された、ミッドスタンスにおいて立脚足が地面に於ける第1の負荷、ターミナルスタンスにおいて立脚足が地面に於ける第2の負荷、及びプレスイングにおいて立脚足が地面に於ける第3の負荷の各測定値を用いて補正係数を算出する補正係数算出ステップと、前記補正係数を用いて、前記負荷測定器の測定値を補正する補正ステップと、を有する。

【0012】

本発明のプログラムは、本発明の測定値の補正方法をコンピュータに実行させるプログラムである。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、人が歩行動作で地面に於ける負荷の測定精度を高くする技術が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施形態1に係る情報処理装置を例示するブロック図である。

【図2】情報処理装置を実現する計算機のハードウェア構成を例示するブロック図である。

【図3】実施形態1の情報処理装置によって実行される処理の流れを例示するフローチャートである。

【図4】ユーザの一步において立脚足が地面に於ける負荷の時間変化を例示するグラフである。

【図5】数式(1)を用いて算出したユーザの推定体重の精度を表すグラフである。

【図6】測定器の出力が補正部によって補正された様子を表すグラフである。

【図7】あるユーザの第1の一步から第4の一步それぞれが地面に於けた負荷の変化について補正前の値を表すグラフである。

【図8】あるユーザの第1の一步から第4の一步それぞれが地面に於けた負荷の変化について補正後の値を表すグラフである。

【図9】図8の各グラフについてyの値を1.08倍したグラフを表す。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。尚、すべての図面において、同様な構成要素には同様な符号を付し、適宜説明を省略する。

【0016】

[実施形態1]

図1は、実施形態1に係る情報処理装置2000を例示するブロック図である。図1において、各ブロックは、ハードウェア単位の構成ではなく、機能単位の構成を表している。

【0017】

情報処理装置2000は、補正係数算出部2020及び補正部2040を有する。補正係数算出部2020は、ユーザが歩行動作中の一步において地面に於ける負荷の測定値を用いて、その一步に関する補正係数を算出する。ここで、地面に於ける負荷とは、ユーザの立脚足が地面に於ける圧力(足圧)や荷重などを意味する。補正係数算出部2020が用いる測定値は、1)ミッドスタンスにおいてユーザの立脚足が地面に於ける第1負荷、2)ターミナルスタンスにおいてユーザの立脚足が地面に於ける第2負荷、及び3)プレスイングにおいてユーザの立脚足が地面に於ける第3負荷のそれぞれを測定した値である。ミッドスタンス、ターミナルスタンス、及びプレスイングはいずれも、ユーザの歩行動

10

20

30

40

50

作における一步の動作を複数の期間に分類した各期間の名称であり、歩行分析の分野で一般に用いられる用語である。つまり補正係数算出部 2020 は、ユーザの立脚足が一步の動作で地面にかける負荷のうち、上記 3 つの期間のそれぞれの中で測定された負荷の測定値を用いて、補正係数を算出する。なお、ミッドスタンス等の各期間についての詳細、及び補正係数算出部 2020 が各負荷の測定値を取得する方法についての説明は後述する。また、各負荷の測定値を用いて補正係数を算出する方法については、後述の各実施形態で説明する。

【0018】

補正部 2040 は、補正係数算出部 2020 によって算出された補正係数を用いて、上記負荷を測定する負荷測定器の測定値を補正する。この負荷測定器は、例えば足圧分布センサや荷重センサなどである。ただし、ユーザが歩行動作中の一步において地面にかける負荷を測定可能であれば、負荷測定器自体は何ら制限されない。なお、測定値の補正に関する詳細は、後述の各実施形態で説明する。

10

【0019】

<作用・効果>

本実施形態の情報処理装置 2000 によれば、ユーザの一步ごとの動作における上記 3 つの期間で、立脚足が地面にかける負荷に基づき、補正係数が算出される。そして、この補正係数に基づいて、測定器（足圧分布センサなど）の測定値が補正される。このように、本実施形態によれば、測定器により測定される、ユーザの歩行中に立脚足が地面にかける負荷の測定値を、立脚足が地面にかける負荷の代表値（第 1 の負荷、第 2 の負荷、及び第 3 の負荷）に基づいて算出される補正係数に基づいて補正するため、測定器の測定感度誤差を一步ごとに修正することができる。よって、本実施形態によれば、測定器の種類や仕様に依存することなく、人が歩行動作で地面にかける負荷の測定精度を高めることができる。そのため、足圧分布センサなどの安価のセンサを用いたとしても、ユーザの歩行足が地面にかける負荷を高い精度で把握できるようになる。

20

【0020】

以下、実施形態 1 の情報処理装置 2000 について、さらに詳しく説明する。

【0021】

<ハードウェア構成例>

実施形態 1 の情報処理装置 2000 の各機能構成部は、各機能構成部を実現するハードウェア（例：ハードワイヤードされた電子回路など）で実現されてもよいし、ハードウェアとソフトウェアとの組み合わせ（例：電子回路とそれを制御するプログラムの組み合わせなど）で実現されてもよい。以下、情報処理装置 2000 の各機能構成部がハードウェアとソフトウェアとの組み合わせで実現される場合について、さらに説明する。

30

【0022】

図 2 は、情報処理装置 2000 を実現する計算機 1000 のハードウェア構成を例示するブロック図である。計算機 1000 は、情報処理装置 2000 の実装に用いられる計算機であり、例えば PC、サーバマシン、又は携帯端末（スマートフォンなど）などの種々の計算機である。また、計算機 1000 は、後述する負荷測定器 10 に組み込まれてもよい。計算機 1000 は、情報処理装置 2000 を実装するための専用の計算機であってもよいし、様々なアプリケーションが動作する汎用の計算機を用いて実装されてもよい。

40

【0023】

計算機 1000 は、バス 1020、プロセッサ 1040、メモリ 1060、ストレージ 1080、及び入出力インタフェース 1100 を有する。バス 1020 は、プロセッサ 1040、メモリ 1060、ストレージ 1080、及び入出力インタフェース 1100 が、相互にデータを送受信するためのデータ伝送路である。ただし、プロセッサ 1040 などを互いに接続する方法は、バス接続に限定されない。プロセッサ 1040 は、例えば CPU (Central Processing Unit) や GPU (Graphics Processing Unit) などの演算処理装置である。メモリ 1060 は、例えば RAM (Random Access Memory) や ROM (Read Only Memory) などのメモリである。ストレージ 1080 は、例えばハードディスク、SSD (Solid

50

State Drive)、又はメモリカードなどの外部記憶装置である。

【0024】

入出力インタフェース1100は、計算機1000と外部のデバイスとを接続するためのインタフェースである。外部のデバイスは、例えば負荷測定器10である。負荷測定器10は、ユーザの足が地面にかける負荷の測定に用いられる測定器である。負荷測定器10は、例えば足圧分布センサや荷重センサを用いて構成される。前述したように、計算機1000は負荷測定器10に組み込まれていてもよい。また、計算機1000と負荷測定器10とは、直接接続されていなくてもよい。この場合、負荷測定器10が測定結果を記憶装置等に記憶し、計算機1000はその記憶装置等からその測定結果を取得する。

【0025】

さらに、入出力インタフェース1100には、補正部2040によって補正された測定値の出力先とする表示画面等が接続されていてもよい。ただし、補正部2040によって補正された測定値の出力先は、表示画面に限定されない。例えば補正部2040は、補正した測定値を記憶装置等(例えばストレージ1080)に記憶してもよい。

【0026】

ストレージ1080は、情報処理装置2000の各機能を実現するためのプログラムを記憶している。具体的には、ストレージ1080は、補正係数算出部2020及び補正部2040の機能を実現するプログラムモジュールを記憶している。プロセッサ1040は、これら各プログラムモジュールを実行することで、補正係数算出部2020及び補正部2040の機能をそれぞれ実現する。ここでプロセッサ1040は、上記各モジュールを実行する際、これらのモジュールをメモリ1060上に読み出してから実行する。

【0027】

情報処理装置2000のハードウェア構成は図2に示した構成に限定されない。例えば、各プログラムモジュールはメモリ1060に格納されてもよい。この場合、情報処理装置2000は、ストレージ1080を備えていなくてもよい。

【0028】

<処理の流れ>

図3は、実施形態1の情報処理装置2000によって実行される処理の流れを例示するフローチャートである。補正係数算出部2020は、第1負荷、第2負荷、及び第3負荷の測定値を取得する(S102)。補正係数算出部2020は、取得した第1負荷、第2負荷、及び第3負荷の測定値を用いて、補正係数を算出する(S104)。補正部2040は、上記補正係数を用いて負荷測定器10の測定値を補正する(S106)。

【0029】

<歩行動作における期間の分類について>

歩行分析の分野において、人の歩行動作における一步が、複数の期間に分類されている。非特許文献1は、ユーザの一步が地面に負荷をかける(ユーザの身体を支える)期間(立脚期)を、1)イニシャルコンタクト、2)ローディングレスポンス、3)ミッドスタンス、4)ターミナルスタンス、5)プレスイングという5つの期間に分類している。これらの各期間はそれぞれ、立脚期を0%から100%の期間として表した場合に、1)0%、2)0%から20%、3)20%から50%、4)50%から80%、5)80%から100%の各期間である。

【0030】

前述したように、補正係数算出部2020が用いる測定値は、ミッドスタンスにおいてユーザの立脚足が地面にかける第1負荷、ターミナルスタンスにおいてユーザの立脚足が地面にかける第2負荷、及びプレスイングにおいてユーザの立脚足が地面にかける第3負荷のそれぞれを測定した値である。言い換えれば、第1負荷、第2負荷、及び第3負荷はそれぞれ、ユーザの一步の動作の立脚期における20%から50%の期間(ミッドスタンス)において測定された負荷、50%から80%の期間(ターミナルスタンス)において測定された負荷、及び80%から100%の期間(プレスイング)において測定された負荷である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

図 4 は、ユーザの一步において立脚足が地面にかける負荷の時間変化を例示するグラフである。横軸は時間軸であり、立脚期の長さを 100% として表している。縦軸はセンサによって測定された足圧である。

【 0 0 3 2 】

第 1 負荷、第 2 負荷、及び第 3 負荷は、例えば、点 a、b、及び c それぞれに対応する足圧である。図 4 において、点 a は、ミッドスタンスに含まれる 39% 時間に対応している。点 b は、ターミナルスタンスに含まれる 57% 時間に対応している。点 c は、プレスイングに含まれる 82% 時間に対応している。

【 0 0 3 3 】

< 補正係数算出部 2 0 2 0 が測定値を取得する処理 >

補正係数算出部 2 0 2 0 は各負荷の測定値を取得する (S 1 0 2)。負荷測定器 1 0 は、少なくとも上述のミッドスタンス、ターミナルスタンス、及びプレスイングにおいてユーザが地面にかける負荷を計測する。例えば負荷測定器 1 0 は、負荷を測定するセンサの出力を所定のサンプリングレートでサンプリングし、サンプリングした値を測定値として出力する。そして補正係数算出部 2 0 2 0 は、サンプリングされた値の内、ミッドスタンス、ターミナルスタンス、及びプレスイングのそれぞれで測定された測定値を、第 1 負荷、第 2 負荷、及び第 3 負荷として取得する。

【 0 0 3 4 】

ここで、ミッドスタンス等は幅を持つ期間である (例えばミッドスタンスは立脚期における 20% から 50% の期間である) ため、これらの期間のうち、具体的にどの時点で得られた測定値を第 1 負荷等として取得するのかを定めておく必要がある。そこで例えば、補正係数算出部 2 0 2 0 は、ミッドスタンスに含まれる第 1 の所定タイミング、ターミナルスタンスに含まれる第 2 の所定タイミング、及びプレスイングに含まれる第 3 の所定タイミングのそれぞれで測定された測定値を、第 1 負荷、第 2 負荷、及び第 3 負荷として取得する。例えば第 1 の所定タイミング、第 2 の所定タイミング、第 3 の所定タイミングはそれぞれ、図 4 における 39% 時間、57% 時間、及び 82% 時間である。

【 0 0 3 5 】

上記各所定タイミングは、補正係数算出部 2 0 2 0 に予め設定されていてもよいし、情報処理装置 2 0 0 0 からアクセス可能な記憶装置に記憶しておいてもよい。後者の場合、補正係数算出部 2 0 2 0 は、この記憶装置から各所定タイミングを表す情報を取得して利用する。

【 0 0 3 6 】

なお補正係数算出部 2 0 2 0 は、負荷測定器 1 0 から直接測定値を取得してもよいし、負荷測定器 1 0 の測定値が記憶されている記憶装置などから測定値を取得してもよい。また、補正係数算出部 2 0 2 0 は、ユーザによって手動で入力される測定値を取得してもよい。

【 0 0 3 7 】

[実施形態 2]

実施形態 2 に係る情報処理装置 2 0 0 0 は、例えば実施形態 1 と同様に図 1 で表される。以下で説明する点を除き、実施形態 2 の情報処理装置 2 0 0 0 は、実施形態 1 の情報処理装置 2 0 0 0 と同様である。

【 0 0 3 8 】

実施形態 2 の補正係数算出部 2 0 2 0 は、上述の第 1 負荷、第 2 負荷、及び第 3 負荷の測定値を用いて、ユーザの推定体重を算出する。実施形態 2 の補正部 2 0 4 0 は、ユーザの体重の真値と、補正係数算出部 2 0 2 0 によって算出されたそのユーザの推定体重との比を、前述の補正係数として用いて、負荷測定器 1 0 の測定値を補正する。こうすることで、負荷測定器 1 0 による測定の精度を高くすることができる。以下、さらに詳細に説明する。

【 0 0 3 9 】

10

20

30

40

50

< 補正係数算出部 2020 が行う処理の詳細 >

まず補正係数算出部 2020 は、第 1 から第 3 の負荷の測定値を用いてユーザの推定体重を算出する。例えば補正係数算出部 2020 は、以下の数式 (1) を用いて、ユーザの推定体重を算出する。

【数 1】

$$W_e = \sum_{1 \leq i \leq 3} a_i \cdot L_i \cdots (1)$$

W_e は推定体重を表す。 L_i は取得した各負荷を表す。例えば L_1 は第 1 負荷を表す。 a_i は各負荷にかける係数を表す。

10

【0040】

各係数 a_i を決定する方法は様々である。例えば各係数は、「ユーザの体重の真値、第 1 負荷、第 2 負荷、第 3 負荷」の組み合わせで表されるテストデータを複数用意して相関解析や重回帰分析等を行うことで算出できる。

【0041】

さらに補正係数算出部 2020 は、例えば以下の数式 (2) を用いて、上記推定体重 W_e を、別途体重計などで求めてあるユーザの体重の真値 W_r と比較することで、測定した一歩における補正係数 α を求める。

【数 2】

$$\alpha = \frac{W_r}{W_e} \cdots (2)$$

20

【0042】

上述のように第 1 負荷、第 2 負荷、及び第 3 負荷の測定値を用いることにより、補正係数算出部 2020 は、ユーザの推定体重を精度良く算出することができる。図 5 は、数式 (1) を用いて算出したユーザの推定体重の精度を表すグラフである。ここでは、 $a_1 = 0.611$ 、 $a_2 = 0.226$ 、及び $a_3 = 0.282$ としてユーザの推定体重を算出している。X 軸はユーザの推定体重を表し、Y 軸はユーザの体重の真値を表す。

30

【0043】

図 5 において、決定係数 R^2 が 0.9406 であり、ユーザの推定体重と体重の真値との間に高い相関があることが分かる。このように人の歩行動作には、「ミッドスタンス、ターミナルスタンス、及びプレスイングそれぞれにおいてユーザが地面にかける負荷と、ユーザの体重との間には、高い相関がある」という自然法則が内在している。本実施形態の情報処理装置 2000 は、この自然法則を利用することでユーザの体重を高い精度で推定できるという技術的意義を持つ。

【0044】

なお、補正係数算出部 2020 が行う処理は、計算機 1000 によって行われる処理であってもよいし、手動で行われる処理であってもよい。さらに、補正係数算出部 2020 が行う処理は、計算機 1000 による処理と手動による処理との組み合わせでもよい。計算機 1000 による処理と手動による処理との組み合わせの場合、例えば人が計算機 1000 に対して各負荷の測定値を入力し、計算機 1000 がその入力値を用いて推定体重を算出する。

40

【0045】

ここで補正係数算出部 2020 は、ユーザの一歩について負荷測定器 10 が測定した測定値を 4 つ以上用いてユーザの推定体重を算出してもよい。例えば補正係数算出部 2020 は、上記第 1 負荷から第 3 負荷に加え、ローディングレスポンスにおいてユーザの立脚足が地面にかける第 4 負荷、及びターミナルスタンスにおいて上記第 3 負荷とは異なるタ

50

イミングでユーザの立脚足が地面にかける第 5 負荷を用いて、ユーザの推定体重を算出する。

【 0 0 4 6 】

上記 5 つの負荷を用いてユーザの推定体重を算出する場合、例えば補正係数算出部 2 0 2 0 は、下記の数式 (3) を用いてユーザの推定体重を算出する。

【 数 3 】

$$W_e = \sum_{1 \leq i \leq 5} a_i \cdot L_i \cdots (3)$$

10

各記号の意味は、数式 (1) における各記号の意味と同じである。

【 0 0 4 7 】

< 補正部 2 0 4 0 が行う処理の詳細 >

補正部 2 0 4 0 は、ユーザの体重の真値、及び補正係数算出部 2 0 2 0 によって算出されたユーザの推定体重を取得する。ユーザの体重の真値は、例えば別途の方法で予め測定された値である。例えばユーザの体重の真値は、体重計などを用いて測定された値である。また例えば、ユーザの体重の真値は、ユーザから申告された値でもよい。

【 0 0 4 8 】

補正部 2 0 4 0 は、記憶装置等に記憶されているユーザの体重の真値を取得してもよいし、ユーザによって手動で入力されるユーザの体重の真値を取得してもよい。

20

【 0 0 4 9 】

補正部 2 0 4 0 は、例えば以下の数式 (4) を用いて負荷測定器 1 0 の測定値を補正する。

【 数 4 】

$$MC_i = \alpha \cdot MO_i \cdots (4)$$

MC_i は補正後の i 番目の測定値、 MO_i は補正前の i 番目の測定値、 α は前述の補正係数をそれぞれ表す。

【 0 0 5 0 】

30

< 具体例 >

図 6 は、負荷測定器 1 0 の出力が補正部 2 0 4 0 によって補正された様子を表すグラフである。X 軸は立脚期の長さを 100% 時間とする相対時間を表し、Y 軸は負荷測定器 1 0 の測定値を表す。本例における負荷測定器 1 0 のセンサは足圧分布センサである。そのため、Y 軸は足圧の大きさを表す。点線は補正前の足圧 (負荷測定器 1 0 の出力) の変化を表し、実線は補正後の足圧 (補正された負荷測定器 1 0 の出力) の変化を表す。

【 0 0 5 1 】

図 6 の場合、ユーザの推定体重が 65kg であり、ユーザの体重の真値は 70kg である。そのため、補正部 2 0 4 0 は、負荷測定器 1 0 の各測定値を 1.08 (=70/65) 倍することで補正する。

40

【 0 0 5 2 】

なお、補正部 2 0 4 0 が行う処理は、計算機 1 0 0 0 によって行われる処理であってもよいし、手動で行われる処理であってもよい。さらに、補正部 2 0 4 0 が行う処理は、計算機 1 0 0 0 による処理と手動による処理との組み合わせでもよい。計算機 1 0 0 0 による処理と手動による処理との組み合わせの場合、例えば人が計算機 1 0 0 0 に対してユーザの推定体重を入力し、計算機 1 0 0 0 がその入力された推定体重の補正を行う。

【 0 0 5 3 】

< 補正部 2 0 4 0 の利用例 >

例えば補正部 2 0 4 0 は、負荷測定器 1 0 の内部に設けられる。こうすることで、センサの出力をそのまま測定値として外部に出力するのではなく、補正部 2 0 4 0 によって補

50

正された値を測定値として外部に出力するように、負荷測定器 10 を構成する。

【0054】

このように構成された負荷測定器 10 を利用する場合、負荷測定器 10 に対し、測定対象のユーザの体重の真値を設定する。そして、測定対象のユーザが、負荷測定器 10 のセンサ上で歩行動作を行う。補正係数算出部 2020 は、ユーザのある一步が負荷測定器 10 のセンサに対して負荷をかけた際にセンサによって出力される値（第 1 負荷等）を取得し、ユーザの推定体重を算出する。補正部 2040 は、予め設定されているユーザの体重の真値及び算出されたユーザの推定体重との比を用いて、上記一步について負荷測定器 10 のセンサが出力した一連の測定値を補正する。負荷測定器 10 は、補正部 2040 によって補正された各測定値を、負荷測定器 10 の各測定値として出力する（例えば表示画面に表示する）。

10

【0055】

このように負荷測定器 10 を構成することにより、負荷測定器 10 によって出力される測定値の精度が高くなる。例えば図 6 のケースでは、負荷測定器 10 が外部に出力する値が、点線で表された一連の値（補正前の値）ではなく、実線で表された一連の値（補正後の値）となる。

【0056】

ただし補正部 2040 は、負荷測定器 10 の外部に設けられてもよい。この場合、補正部 2040 は、例えばユーザの歩行動作の解析を行う計算機などに設けられる。補正部 2040 を利用することで、ユーザの歩行動作の解析など、負荷測定器 10 の測定値を利用する処理の精度が高くなる。

20

【0057】

補正された測定値を表示画面等に出力する処理は、計算機 1000 によって行われる処理であってもよいし、手動で行われる処理であってもよい。さらに、補正された測定値を表示画面等に出力する処理は、計算機 1000 による処理と手動による処理との組み合わせでもよい。計算機 1000 による処理と手動による処理との組み合わせの場合、例えば計算機 1000 は、補正された測定値を表示画面へ出力する指示を人から受け付けることで、補正された測定値を表示画面へ出力する。

【0058】

< ハードウェア構成例 >

30

例えば実施形態 2 の情報処理装置 2000 のハードウェア構成は、実施形態 1 の情報処理装置 2000 と同様に、図 2 で表される。本実施形態において、前述したストレージ 1080 に記憶される各プログラムモジュールには、本実施形態で説明する各機能を実現するプログラムがさらに含まれる。

【0059】

[実施形態 3]

実施形態 3 に係る情報処理装置 2000 は、例えば実施形態 1 と同様に図 1 で表される。以下で説明する点を除き、実施形態 3 の情報処理装置 2000 は、実施形態 1 の情報処理装置 2000 と同様である。

【0060】

40

実施形態 3 の情報処理装置 2000 は、複数の一步それぞれについて負荷測定器 10 によって測定された測定値を、相対的に補正する。ユーザが負荷測定器 10 のセンサ上で歩行動作を行う際、各一步について負荷測定器 10 が測定する値には、ユーザの足が地面にかかる負荷の違いによる本来的なばらつきだけでなく、負荷測定器 10 の測定精度に起因するばらつき（センサの誤差などに伴うばらつき）が含まれてしまう。実施形態 3 の情報処理装置 2000 によれば、複数の一步それぞれに関する測定値を相対的に補正することで、このような負荷測定器 10 の測定精度に起因するばらつきを少なくし、各一步が地面にかかる負荷の違いをより高い精度で比較することができるようになる。よって、負荷測定器 10 を用いた歩行動作の解析をより高い精度で行うことができるようになる。以下、詳細に説明する。

50

【 0 0 6 1 】

補正係数算出部 2 0 2 0 は、ユーザの歩行動作中における複数の一步それぞれについて、ユーザの立脚足が地面にかける負荷の測定値を取得する。そして補正係数算出部 2 0 2 0 は、複数の一步それぞれの測定値を用いて、各一步に対応する補正係数を算出する。

【 0 0 6 2 】

補正部 2 0 4 0 は、各一步に対応する補正係数に基づいて、各一步に関する負荷の測定値を補正する。補正部 2 0 4 0 は、上記複数の一步の内の 1 つを基準の一步として扱う。そして、補正部 2 0 4 0 は、基準の一步以外の一步に関する負荷の測定値を、その一步に対応するユーザの補正係数と基準の一步に対応するユーザの補正係数との比を用いて補正する。

10

【 0 0 6 3 】

例えば補正部 2 0 4 0 は、下記の数式 (5) を用いて各一步についての測定値を補正する。

【 数 5 】

$$MC_{i,j} = MO_{i,j} \times \frac{\alpha_i}{\alpha_b} \quad \dots(5)$$

$MC_{i,j}$ は第 i の一步に関する j 番目の測定値を補正した値を表す。 $MO_{i,j}$ は第 i の一步に関する j 番目の測定値の補正前の値を表す。 α_i は第 i の一步について算出された補正係数を表す。 α_b は基準の一步について算出された補正係数を表す。

20

【 0 0 6 4 】

例えば補正係数は、前述したユーザの推定体重である。この場合、 α_i は第 i の一步について算出されたユーザの推定体重となり、 α_b は基準の一步について算出されたユーザの推定体重となる。つまり、第 i の一步に関する負荷測定器 1 0 の測定値は、第 i の一步について算出されたユーザの推定体重と基準の一步について算出されたユーザの推定体重との比を用いて補正される。

【 0 0 6 5 】

ただし本実施形態において、各一步に関する補正係数は、その一步における第 1 から第 3 の負荷を用いて算出されるものであれば任意であり、ユーザの推定体重に限定されない。例えば各一步に関する補正係数は、その一步における第 1 から第 3 の負荷の統計値 (平均値、最大値、又は最小値など) である。

30

【 0 0 6 6 】

< 具体例 >

図 7 及び図 8 を用いて、本実施形態の情報処理装置 2 0 0 0 の動作例について具体的に説明する。なお、図 7 及び図 8 に示すグラフは、あくまで実施形態の理解を深めるための一例である。以下の具体例では、補正係数としてユーザの推定体重を用いている。

【 0 0 6 7 】

図 7 及び図 8 は、あるユーザの第 1 の一步から第 4 の一步それぞれが地面にかけた負荷を表すグラフである。X 軸は立脚期の長さを 100% 時間とする相対時間を表し、Y 軸は負荷測定器 1 0 の測定値を表す。本例における負荷測定器 1 0 のセンサは足圧分布センサである。そのため、Y 軸は足圧の大きさを表す。線 3 0 は第 1 の一步における足圧の変化、線 4 0 は第 2 の一步における足圧の変化、線 5 0 は第 3 の一步における足圧の変化、線 6 0 は第 4 の一步における足圧の変化をそれぞれ表す。

40

【 0 0 6 8 】

図 7 は補正前の各一步の足圧の変化を表す。一方、図 8 は、補正後の各一步の足圧の変化を表す。本例では、第 1 の一步について算出された推定体重、第 2 の一步について算出された推定体重、第 3 の一步について算出された推定体重、第 4 の一步について算出された推定体重がそれぞれ 65kg、63kg、70kg、55kg であるとする。

【 0 0 6 9 】

50

本例において、補正部 2040 は第 1 の一步を基準の一步として扱う。そこで、補正部 2040 は、第 2 の一步についての測定値、第 3 の一步についての測定値、第 4 の一步についての測定値をそれぞれ 0.97 (=63/65) 倍、1.08 (=70/65) 倍、0.85 (=55/65) 倍する。その結果、図 7 の各グラフが図 8 の同符号の各グラフに補正される。

【0070】

このような補正により、負荷測定器 10 のセンサの感度等が要因となる測定誤差を排除して、各一步が地面にかける負荷を正しく比較することができるようになる。例えば、第 1 の一步の足圧（線 30）と第 3 の一步を表す足圧（線 50）とを比較することを考える。図 7 を見ると、線 50 は一つ目の山と二つ目の山の双方において線 30 よりも大きいように見える。ところが、図 8 を見ると、一つ目の山については線 30 と線 50 とがほぼ同じ大きさであり、二つ目の山については線 30 の方が線 50 よりも大きくなっていることがわかる。このことから、補正前のデータを見ただけでは各一步が地面にかける負荷を正しく比較することが難しく、補正部 2040 による補正によって負荷を正しく比較できるようになることが分かる。

10

【0071】

なお、基準の一步として扱う一步は、第 1 の一步に限定されない。例えば補正部 2040 は、複数の歩の中から、基準の一步とする歩をランダムに選択してもよい。また例えば、補正部 2040 は、各一步のうち、推定体重がユーザの体重の真値に最も近い一步を基準の一步としてもよい。この場合、補正部 2040 は、ユーザの体重の真値を取得する。

20

【0072】

補正部 2040 が行う処理は、計算機 1000 によって行われる処理であってもよいし、手動で行われる処理であってもよい。さらに、補正部 2040 が行う処理は、計算機 1000 による処理と手動による処理との組み合わせでもよい。計算機 1000 による処理と手動による処理との組み合わせの場合、例えば人が計算機 1000 に対して「どの歩を基準の一步にするか」を指定する入力を行い、計算機 1000 が指定された歩を基準の一步として補正を行う。

【0073】

<補正部 2040 の利用例>

例えば補正部 2040 は、ユーザの歩行動作の解析を行う計算機などに設けられる。例えばこの計算機は、補正部 2040 によって補正された後のデータを表示画面や記憶装置等へ出力する。ただし、補正部 2040 は、負荷測定器 10 の内部に設けられてもよい。

30

【0074】

ここで、補正された測定値を表示画面等へ出力する処理は、計算機 1000 によって行われる処理であってもよいし、手動で行われる処理であってもよい。さらに、補正された測定値を表示画面等へ出力する処理は、計算機 1000 による処理と手動による処理との組み合わせでもよい。計算機 1000 による処理と手動による処理との組み合わせの場合、例えば計算機 1000 は、補正された測定値を表示画面へ出力する指示を人から受け付けることで、補正された測定値を表示画面へ出力する。

【0075】

<実施形態 2 との組み合わせ>

上述した実施形態 3 の情報処理装置 2000 の機能を、実施形態 2 の情報処理装置 2000 の機能と組み合わせてもよい。具体的には、補正部 2040 は、1) 実施形態 3 の補正部 2040 の機能により、各一步に関する測定値を相対的に補正した後、2) これら補正後の値を、実施形態 2 の補正部 2040 の機能によってさらに補正する。

40

【0076】

例えば図 6、図 7 及び図 8 を例に説明する。まず補正部 2040 は、前述したように、図 7 で表される測定値を相対的に補正して、図 8 で表される補正後の測定値を得る。この時、各一步に関する測定値は、第 1 の一步を基準として補正されている。つまり、各一步に関する補正後の値はいずれも、推定体重が 65kg（第 1 の一步における推定体重）となるように補正されている。

50

【0077】

そこで補正部2040は、さらに実施形態2の図6で説明した補正を行う。具体的には、各一步に関する推定体重はいずれも65kgであり、かつユーザの体重の真値は70kgであるため、各一步に関する上記補正後の測定値を全て1.08(=70/65)倍する。図9は、図8の各グラフについてyの値を1.08倍したグラフを表す。このように、実施形態2と実施形態3の機能を組み合わせることで、各一步が地面にかける負荷の変化の真のばらつきを比較できるようになる。

【0078】

<ハードウェア構成例>

例えば実施形態3の情報処理装置2000のハードウェア構成は、実施形態1の情報処理装置2000と同様に、図2で表される。本実施形態において、前述したストレージ1080に記憶される各プログラムモジュールには、本実施形態で説明する各機能を実現するプログラムがさらに含まれる。

10

【0079】

以上、図面を参照して本発明の実施形態について述べたが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することもできる。

【0080】

例えば次に示すような、その本質的部分が人手による補正方法も、本発明の範囲に含まれることは当業者にとっては自明のことであろう。まず補正係数算出ステップにおいて、以下の1)から3)の動作を行う。1)ユーザの歩行動作中に負荷測定器によって測定された測定データの或る一步についての時間変化を、負荷測定器がグラフとして出力する。2)ミッドスタンスにおいて立脚足が地面にかける第1の負荷の値、ターミナルスタンスにおいて立脚足が地面にかける第2の負荷の値、及びプレスイングにおいて立脚足が地面にかける第3の負荷の値を、上記グラフから人が読み取る。3)読み取った各測定値を用いて、人が補正係数を算出する。

20

【0081】

さらに補正ステップにおいて、補正係数を用いて、上記負荷測定器の測定値を補正する。この補正は、人が行ってもよいし、負荷測定器の補正回路などが行ってもよい。後者の場合、上記補正係数が、人手で上記補正回路に入力される。

【0082】

<1> ユーザの歩行動作中の或る一步について負荷測定器によって測定された、ミッドスタンスにおいて立脚足が地面にかける第1の負荷、ターミナルスタンスにおいて立脚足が地面にかける第2の負荷、及びプレスイングにおいて立脚足が地面にかける第3の負荷の各測定値を用いて補正係数を算出する補正係数算出手段と、

30

前記補正係数を用いて、前記負荷測定器の測定値を補正する補正手段と、
を有する情報処理装置。

<2> 前記補正係数算出手段は、前記第1の負荷、前記第2の負荷、及び前記第3の負荷を用いて、ユーザの推定体重を算出し、前記ユーザの体重の真値と前記推定された体重との比を前記補正係数として算出する、

<1>に記載の情報処理装置。

40

<3> 前記補正係数算出手段は、前記ユーザの歩行動作中の第1の一步について第1の前記補正係数を算出し、前記ユーザの歩行動作中の第2の一步について第2の前記補正係数を算出し、

前記補正手段は、第1の前記補正係数と第2の前記補正係数との比を用いて、前記第2の一步の負荷の測定値を補正する、

<1>に記載の情報処理装置。

<4> 前記補正係数算出手段は、

前記第1の一步について測定された前記第1の負荷、前記第2の負荷、及び前記第3の負荷を用いてユーザの推定体重を算出し、その値を第1の前記補正係数とし、

前記第2の一步について測定された前記第1の負荷、前記第2の負荷、及び前記第3

50

の負荷を用いてユーザの推定体重を算出し、その値を第2の前記補正係数とし、
前記ユーザの体重の真値と第1の前記補正係数との比を第3の補正係数として算出し、

前記補正手段は、第1の前記補正係数と第2の前記補正係数との比を用いて補正された第2の一步の負荷の測定値を、第3の前記補正係数を用いてさらに補正する、

< 3 > に記載の情報処理装置。

< 5 > 前記補正係数算出手段は、各前記負荷の測定値と、各前記負荷に対応する所定の係数とをそれぞれ掛け合わせた値を合算することで、前記ユーザの推定体重を算出し、前記補正係数の算出に用いる、

< 1 > 乃至 < 4 > いずれか一つに記載の情報処理装置。

< 6 > 前記補正係数算出手段は、前記負荷測定器によって測定された、前記第1の負荷、前記第2の負荷、前記第3の負荷、ローディングレスポンスにおいて立脚足が地面にかかる第4の負荷、及びターミナルスタンスにおいて立脚足が地面にかかる負荷であり、前記第2の負荷とは異なるタイミングにおける負荷である第5の負荷の各測定値を用いて、前記補正係数を算出する、

< 1 > 乃至 < 5 > いずれか一つに記載の情報処理装置。

< 7 > 各前記負荷は、立脚期の長さに対して相対的に定められている各タイミングで測定される、

< 1 > 乃至 < 6 > いずれか一つに記載の情報処理装置。

< 8 > 前記負荷測定器は足圧分布センサである、< 1 > 乃至 < 7 > いずれか一つに記載の情報処理装置。

< 9 > ユーザの歩行動作中の或る一步について負荷測定器によって測定された、ミッドスタンスにおいて立脚足が地面にかかる第1の負荷、ターミナルスタンスにおいて立脚足が地面にかかる第2の負荷、及びプレスイングにおいて立脚足が地面にかかる第3の負荷の各測定値を用いて補正係数を算出する補正係数算出ステップと、

前記補正係数を用いて、前記負荷測定器の測定値を補正する補正ステップと、
を有する測定値の補正方法。

< 10 > 前記補正係数算出ステップは、前記第1の負荷、前記第2の負荷、及び前記第3の負荷を用いて、ユーザの推定体重を算出し、前記ユーザの体重の真値と前記推定体重との比を前記補正係数として算出する、前記負荷測定器の測定値を補正する、

< 9 > に記載の測定値の補正方法。

< 11 > 前記補正係数算出ステップは、前記ユーザの歩行動作中の第1の一步について第1の前記補正係数を算出し、前記ユーザの歩行動作中の第2の一步について第2の前記補正係数を算出し、

前記補正ステップは、第1の前記補正係数と第2の前記補正係数との比を用いて、前記第2の一步の負荷の測定値を補正する、

< 9 > に記載の測定値の補正方法。

< 12 > 前記補正係数算出ステップは、

前記第1の一步について測定された前記第1の負荷、前記第2の負荷、及び前記第3の負荷を用いてユーザの推定体重を算出し、その値を第1の前記補正係数とし、

前記第2の一步について測定された前記第1の負荷、前記第2の負荷、及び前記第3の負荷を用いてユーザの推定体重を算出し、その値を第2の前記補正係数とし、

前記ユーザの体重の真値と第1の前記補正係数との比を第3の補正係数として算出し、

前記補正ステップは、第1の前記補正係数と第2の前記補正係数との比を用いて補正された第2の一步の負荷の測定値を、第3の前記補正係数を用いてさらに補正する、

< 11 > に記載の測定値の補正方法。

< 13 > 前記補正係数算出ステップは、各前記負荷の測定値と、各前記負荷に対応する所定の係数とをそれぞれ掛け合わせた値を合算することで、前記ユーザの推定体重を算出し、前記補正係数の算出に用いる、

10

20

30

40

50

< 9 > 乃至 < 1 2 > いずれか一つに記載の測定値の補正方法。

< 1 4 > 前記補正係数算出ステップは、前記負荷測定器によって測定された、前記第 1 の負荷、前記第 2 の負荷、前記第 3 の負荷、ローディングレスポンスにおいて立脚足が地面にかける第 4 の負荷、及びターミナルスタンスにおいて立脚足が地面にかける負荷であり、前記第 2 の負荷とは異なるタイミングにおける負荷である第 5 の負荷の各測定値を用いて、前記補正係数を算出する、

< 9 > 乃至 < 1 3 > いずれか一つに記載の測定値の補正方法。

< 1 5 > 各前記負荷は、立脚期の長さに対して相対的に定められている各タイミングで測定される、

< 9 > 乃至 < 1 4 > いずれか一つに記載の測定値の補正方法。

< 1 6 > 前記負荷測定器は足圧分布センサである、

< 9 > 乃至 < 1 5 > いずれか一つに記載の測定値の補正方法。

< 1 7 > < 9 > 乃至 < 1 6 > いずれか一つに記載の測定値の補正方法における各ステップをコンピュータに実行させるプログラム。

【符号の説明】

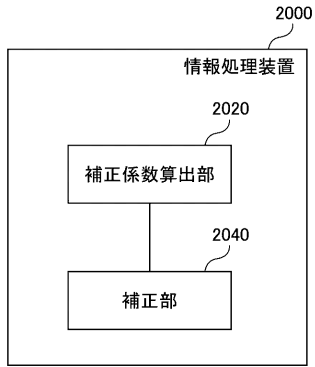
【 0 0 8 3 】

1 0 負荷測定器
 3 0、4 0、5 0、6 0 線
 1 0 0 0 計算機
 1 0 2 0 バス
 1 0 4 0 プロセッサ
 1 0 6 0 メモリ
 1 0 8 0 ストレージ
 1 1 0 0 入出力インタフェース
 2 0 0 0 情報処理装置
 2 0 2 0 補正係数算出部
 2 0 4 0 補正部

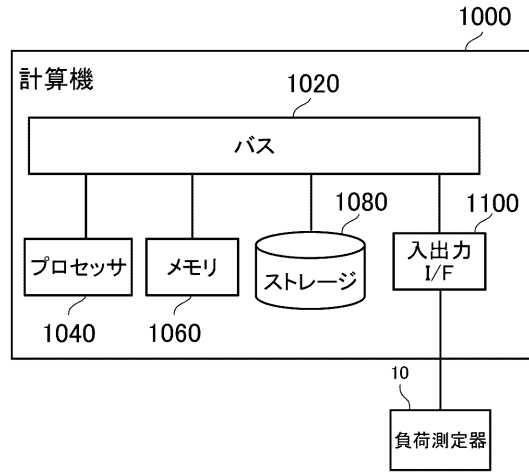
10

20

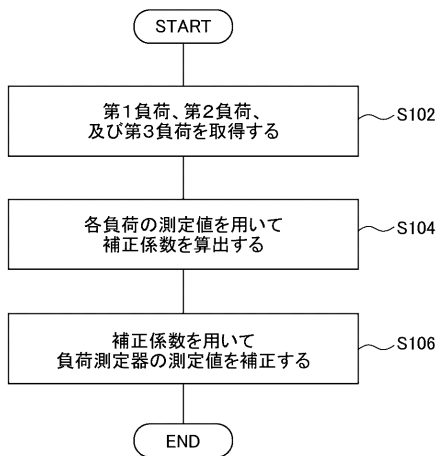
【 図 1 】



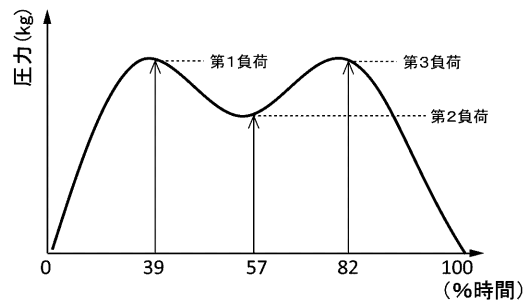
【 図 2 】



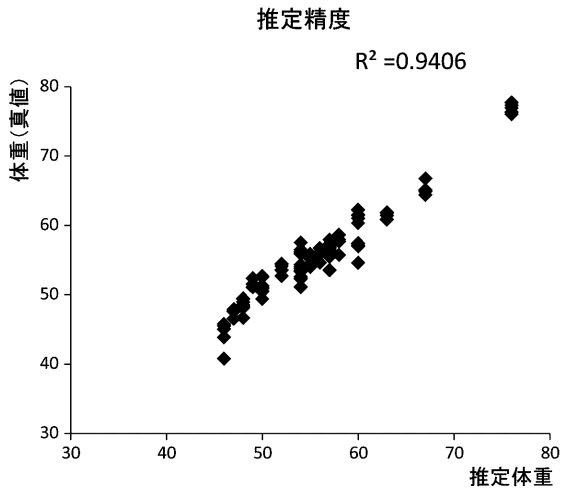
【 図 3 】



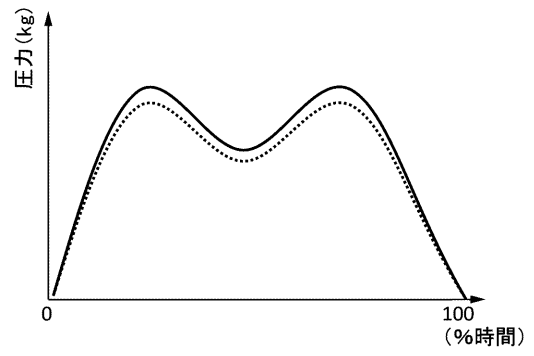
【 図 4 】



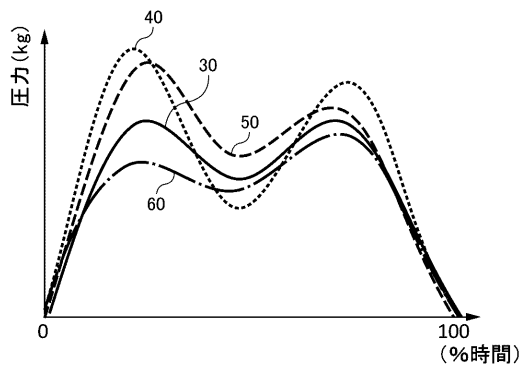
【 図 5 】



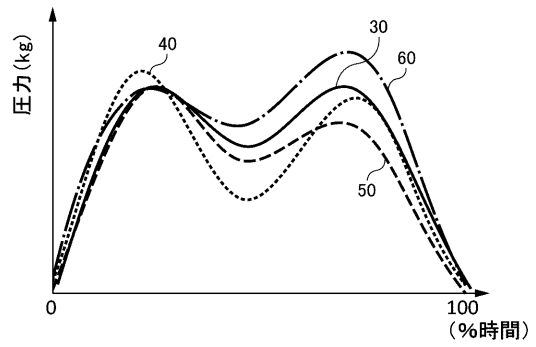
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

