

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7180216号  
(P7180216)

(45)発行日 令和4年11月30日(2022.11.30)

(24)登録日 令和4年11月21日(2022.11.21)

(51)国際特許分類

F I

A 6 1 B 5/00 (2006.01)

A 6 1 B 5/00 1 0 2 A

A 6 1 B 5/107(2006.01)

A 6 1 B 5/00 1 0 2 C

A 6 1 B 5/107 3 0 0

A 6 1 B 5/00 Z D M

請求項の数 7 (全24頁)

(21)出願番号 特願2018-165811(P2018-165811)  
(22)出願日 平成30年9月5日(2018.9.5)  
(65)公開番号 特開2020-36781(P2020-36781A)  
(43)公開日 令和2年3月12日(2020.3.12)  
審査請求日 令和3年1月5日(2021.1.5)

(73)特許権者 000004226  
日本電信電話株式会社  
東京都千代田区大手町一丁目5番1号  
(74)代理人 100098394  
弁理士 山川 茂樹  
(74)代理人 100153006  
弁理士 小池 勇三  
(74)代理人 100064621  
弁理士 山川 政樹  
(72)発明者 小笠原 隆行  
東京都千代田区大手町一丁目5番1号  
日本電信電話株式会社内  
(72)発明者 佐藤 里江子  
東京都千代田区大手町一丁目5番1号  
日本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 生体情報解析装置、生体情報解析方法、および生体情報解析システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ユーザに着用されているセンサによって計測された生体情報を取得するセンサデータ取得部と、

複数の時間周期にわたる前記生体情報の時系列データを解析して、前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報からこれら複数の生体情報の代表値を算出するデータ解析部とを備え、

前記データ解析部が、

前記センサの傾きを算出する傾斜算出部と、

前記傾きに基づき、前記ユーザの姿勢を算出する姿勢算出部と

を備え、

前記ユーザの姿勢を、質的変数である生体状態情報として算出し、時間の分割によって前記ユーザの姿勢の平均を求めることにより得られる、前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻での前記ユーザの姿勢の値の発生割合に関する情報を、前記ユーザの姿勢を統計的に要約した要約値として算出する

ことを特徴とする生体情報解析装置。

【請求項2】

請求項1に記載の生体情報解析装置において、

前記センサデータが3軸の加速度データであって、

前記傾斜算出部が、前記3軸の各軸の加速度データより、鉛直方向に対する前記センサ

のZ軸の傾きと、鉛直方向に対する前記センサのX軸の傾きとを算出し、

前記姿勢算出部が、前記Z軸の傾きと前記X軸の傾きに対する所定の閾値との比較により前記ユーザの姿勢を算出する

ことを特徴とする生体情報解析装置。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の生体情報解析装置において、

予め設定された基準に基づいて前記複数の生体情報が異常値を含むか否かを判定する異常値判定部をさらに備え、

前記データ解析部は、

前記異常値判定部によって異常値を含むと判定された場合には、その異常値を除いて前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報からこれら複数の生体情報の代表値を算出する

ことを特徴とする生体情報解析装置。

10

【請求項4】

請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の生体情報解析装置において、

前記データ解析部は、

前記代表値として前記複数の生体情報の平均値を算出する平均処理部を備える

ことを特徴とする生体情報解析装置。

【請求項5】

ユーザに着用されているセンサによって計測された生体情報を取得するセンサデータ取得ステップと、

複数の時間周期にわたる前記生体情報の時系列データを解析して、前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報からこれら複数の生体情報の代表値を算出するデータ解析ステップと、

前記センサの傾きを算出するステップと、

前記傾きに基づき、前記ユーザの姿勢を、質的変数である生体状態情報として算出するステップと、

時間の分割によって前記ユーザの姿勢の平均を求めることにより得られる、前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻での前記ユーザの姿勢の値の発生割合に関する情報を、前記ユーザの姿勢を統計的に要約した要約値として算出するステップと

を備えることを特徴とする生体情報解析方法。

20

30

【請求項6】

ユーザに装着されたセンサにより計測された生体情報を外部へ出力するセンサ端末と、

前記センサ端末から出力された前記生体情報を受信し、外部へ出力する中継端末と、

前記センサ端末または前記中継端末から出力された、前記生体情報を受信し、表示装置に表示させる外部端末と、

を備え、

前記センサ端末、前記中継端末、および前記外部端末の少なくともいずれかは、

前記生体情報を取得するセンサデータ取得部と、

複数の時間周期にわたる前記生体情報の時系列データを解析して、前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報からこれら複数の生体情報の代表値を算出するデータ解析部と、

前記複数の生体情報の代表値を前記生体情報の一部として出力する提示部とを備え、

前記データ解析部が、

前記センサの傾きを算出する傾斜算出部と、

前記傾きに基づき、前記ユーザの姿勢を算出する姿勢算出部と

を備え、

前記ユーザの姿勢を、質的変数である生体状態情報として算出し、時間の分割によって前記ユーザの姿勢の平均を求めることにより得られる、前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻での前記ユーザの姿勢の値の発生割合に関する情報を、前記

40

50

ユーザの姿勢を統計的に要約した要約値として算出する

ことを特徴とする生体情報解析システム。

## 【請求項 7】

第 1 データ解析部を有するセンサ端末と、  
第 2 データ解析部を有する中継端末と、  
第 3 データ解析部を有する外部端末と、  
を備え、

前記センサ端末は、ユーザに装着されたセンサにより計測された生体情報を外部へ出力し、

前記中継端末は、前記センサ端末から出力された前記生体情報を受信して外部へ出力し、

前記外部端末は、前記センサ端末または前記中継端末から出力された、前記生体情報を受信し、表示装置に表示させ、

前記第 1 データ解析部と、前記第 2 データ解析部と、前記第 3 データ解析部とが協働して複数の時間周期にわたる前記生体情報の時系列データを解析して、前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報からこれら複数の生体情報の代表値を算出し、前記センサの傾きを算出し、前記傾きに基づき、前記ユーザの姿勢を、質的変数である生体状態情報として算出し、時間の分割によって前記ユーザの姿勢の平均を求めることにより得られる、前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻での前記ユーザの姿勢の値の発生割合に関する情報を、前記ユーザの姿勢を統計的に要約した要約値として算出する

ことを特徴とする生体情報解析システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、生体情報解析装置、生体情報解析方法、および生体情報解析システムに関し、特にユーザに装着されたセンサによって計測される生体情報を解析する技術に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年スポーツや医療において、心拍数や活動量などの生体情報がウェアラブルデバイス等で計測され、活用されている。例えば、非特許文献 1 は、繊維状の伝導性素材によるウェアラブル生体電極インナーを着用したユーザの心拍数や心電波形を長時間にわたり安定的に計測する技術を開示している。また、非特許文献 1 は、ユーザに着用されたウェアラブルデバイスに内蔵された加速度センサの計測データに基づいて、ユーザの姿勢や歩容を推定する技術を開示している。

## 【先行技術文献】

## 【非特許文献】

## 【0003】

【文献】河西、小笠原、中島、塚田、「着るだけで生体情報計測を可能とする機能素材“hitoe”の開発及び実用」電子情報通信学会 通信ソサイエティマガジン 41 号 (2017 年 6 月) (Vol. 11 No. 1)

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

従来の技術では、継続して安定的にユーザの生体情報を計測することが可能である。しかし、ユーザにおける日常の活動は日々同じとは限らない。そのため、日によって変動があるような場合に、例えば、1 日単位や 1 時間単位などの時間周期の各計測時刻における典型的な生体情報の値を把握することが困難であった。

## 【0005】

本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、設定された時間周期の各計測時刻における典型的な生体情報の値を把握することができる生体情報解析装置、生

10

20

30

40

50

体情報解析方法、および生体情報解析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】

【0006】

上述した課題を解決するために、本発明に係る生体情報解析装置は、ユーザに着用されているセンサによって計測された生体情報を取得するセンサデータ取得部と、複数の時間周期にわたる前記生体情報の時系列データを解析して、前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報からこれら複数の生体情報の代表値を算出するデータ解析部とを備え、前記データ解析部が、前記センサの傾きを算出する傾斜算出部と、前記傾きに基づき、前記ユーザの姿勢を算出する姿勢算出部とを備え、前記ユーザの姿勢を、質的変数である生体状態情報として算出し、時間の分割によって前記ユーザの姿勢の平均を求めることにより得られる、前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻での前記ユーザの姿勢の値の発生割合に関する情報を、前記ユーザの姿勢を統計的に要約した要約値として算出することを特徴とする。

10

また、本発明に係る生体情報解析装置において、前記センサデータが3軸の加速度データであって、前記傾斜算出部が、前記3軸の各軸の加速度データより、鉛直方向に対する前記センサのZ軸の傾きと、鉛直方向に対する前記センサのX軸の傾きとを算出し、前記姿勢算出部が、前記Z軸の傾きと前記X軸の傾きに対する所定の閾値との比較により前記ユーザの姿勢を算出してもよい。

【0007】

また、本発明に係る生体情報解析装置において、予め設定された基準に基づいて前記複数の生体情報が異常値を含むか否かを判定する異常値判定部をさらに備え、前記データ解析部は、前記異常値判定部によって異常値を含むと判定された場合には、その異常値を除いて前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報からこれら複数の生体情報の代表値を算出してもよい。

20

【0008】

また、本発明に係る生体情報解析装置において、前記データ解析部は、前記代表値として前記複数の生体情報の平均値を算出する平均処理部を備えていてもよい。

【0011】

上述した課題を解決するために、本発明に係る生体情報解析方法は、センサによって計測された生体情報を取得するセンサデータ取得ステップと、複数の時間周期にわたる前記生体情報の時系列データを解析して、前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報からこれら複数の生体情報の代表値を算出するデータ解析ステップと、前記センサの傾きを算出するステップと、前記傾きに基づき、前記ユーザの姿勢を、質的変数である生体状態情報として算出するステップと、時間の分割によって前記ユーザの姿勢の平均を求めることにより得られる、前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻での前記ユーザの姿勢の値の発生割合に関する情報を、前記ユーザの姿勢を統計的に要約した要約値として算出するステップとを備えることを特徴とする。

30

【0012】

上述した課題を解決するために、本発明に係る生体情報解析システムは、ユーザに装着されたセンサにより計測された生体情報を外部へ出力するセンサ端末と、前記センサ端末から出力された前記生体情報を受信し、外部へ出力する中継端末と、前記センサ端末または前記中継端末から出力された、前記生体情報を受信し、表示装置に表示させる外部端末と、を備え、前記センサ端末、前記中継端末、および前記外部端末の少なくともいずれかは、前記生体情報を取得するセンサデータ取得部と、複数の時間周期にわたる前記生体情報の時系列データを解析して、前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報からこれら複数の生体情報の代表値を算出するデータ解析部と、前記複数の生体情報の代表値を前記生体情報の一部として出力する提示部とを備え、前記データ解析部が、前記センサの傾きを算出する傾斜算出部と、前記傾きに基づ

40

50

き、前記ユーザの姿勢を算出する姿勢算出部とを備え、前記ユーザの姿勢を、質的変数である生体状態情報として算出し、時間の分割によって前記ユーザの姿勢の平均を求めることにより得られる、前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻での前記ユーザの姿勢の値の発生割合に関する情報を、前記ユーザの姿勢を統計的に要約した要約値として算出することを特徴とする。

【0013】

また、本発明に係る生体情報解析システムにおいて、第1データ解析部を有するセンサ端末と、第2データ解析部を有する中継端末と、第3データ解析部を有する外部端末と、を備え、前記センサ端末は、ユーザに装着されたセンサにより計測された生体情報を外部へ出力し、前記中継端末は、前記センサ端末から出力された前記生体情報を受信して外部へ出力し、前記外部端末は、前記センサ端末または前記中継端末から出力された、前記生体情報を受信し、表示装置に表示させ、前記第1データ解析部と、前記第2データ解析部と、前記第3データ解析部とが協働して複数の時間周期にわたる前記生体情報の時系列データを解析して、前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報からこれら複数の生体情報の代表値を算出し、前記センサの傾きを算出し、前記傾きに基づき、前記ユーザの姿勢を、質的変数である生体状態情報として算出し、時間の分割によって前記ユーザの姿勢の平均を求めることにより得られる、前記複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻での前記ユーザの姿勢の値の発生割合に関する情報を、前記ユーザの姿勢を統計的に要約した要約値として算出することを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、複数の時間周期にわたる生体情報の時系列データを解析して、複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報からこれら複数の生体情報の代表値を算出するので、設定された時間周期の各計測時刻における典型的な生体情報の値を把握することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、本発明の第1の実施の形態に係る生体情報解析装置の機能を説明するブロック図である。

【図2】図2は、第1の実施の形態に係る生体情報解析装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図3】図3は、第1の実施の形態に係る生体情報解析方法を説明するフローチャートである。

【図4】図4は、第1の実施の形態に係る心拍数の平均化処理を説明する図である。

【図5】図5は、第1の実施の形態に係る生体情報解析システムの構成を示す図である。

【図6】図6は、第1の実施の形態に係る生体情報解析システムの構成を示すブロック図である。

【図7】図7は、第1の実施の形態に係る生体情報解析システムの動作を説明するシーケンス図である。

【図8】図8は、第2の実施の形態に係る生体情報解析装置の機能を説明するブロック図である。

【図9】図9は、第2の実施の形態に係る生体情報解析システムの動作を説明するシーケンス図である。

【図10】図10は、第2の実施の形態に係る心拍数の異常値判定処理を説明する図である。

【図11】図11は、第3の実施の形態に係る生体情報解析装置の機能を説明するブロック図である。

【図12】図12は、第3の実施の形態に係る生体情報解析システムの動作を説明するシーケンス図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】図 1 3 は、第 4 の実施の形態に係る生体情報解析装置の機能を説明するブロック図である。

【図 1 4】図 1 4 は、第 4 の実施の形態に係る生体情報解析システムの動作を説明するシーケンス図である。

【図 1 5】図 1 5 は、第 4 の実施の形態に係る要約値の算出を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図 1 から図 1 5 を参照して詳細に説明する。

[第 1 の実施の形態]

まず、本発明の第 1 の実施の形態に係る生体情報解析装置 1 の構成の概要を説明する。図 1 は、生体情報解析装置 1 の機能構成を示すブロック図である。

10

【0017】

[生体情報解析装置の機能ブロック]

生体情報解析装置 1 は、センサデータ取得部 1 0、データ解析部 1 1、時刻取得部 1 2、記憶部 1 3、提示部 1 4、および送受信部 1 5 を備える。

【0018】

センサデータ取得部 1 0 は、ユーザに装着された後述のセンサ 1 0 6 によって計測されたユーザの生体情報をセンサ 1 0 6 から取得する。より具体的には、センサデータ取得部 1 0 は、例えば、心拍計で計測された心電位に基づく心電波形からデジタルデータの心拍数を算出する。また、センサデータ取得部 1 0 は、加速度センサで計測されたアナログ加速度信号を所定のサンプリングレートでデジタル信号に変換する。センサデータ取得部 1 0 は、デジタルデータの心拍数や加速度信号と計測時刻とが関連付けられた時系列データを出力する。センサデータ取得部 1 0 によって取得された生体情報の時系列データは後述する記憶部 1 3 に記憶される。

20

【0019】

データ解析部 1 1 は、平均処理部 1 1 0 を備える。データ解析部 1 1 は、センサデータ取得部 1 0 によって取得されたユーザの生体情報の時系列データを解析して、複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報からこれら複数の生体情報の典型的な値を示す代表値を算出する。なお、時間周期としては、例えば、1 分、1 時間、1 日、1 か月、または 1 年など任意の時間的長さを設定することができる。

30

【0020】

平均処理部 1 1 0 は、センサデータ取得部 1 0 によって取得された生体情報の時系列データに基づいて、複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報の平均値を代表値として算出する。一例として、時間周期を 1 日とした場合には、平均処理部 1 1 0 は複数日にわたる生体情報の時系列データから同時刻に計測された複数の生体情報の平均値を算出する。

【0021】

また、他の例として、時間周期を 1 時間とした場合には、平均処理部 1 1 0 は、複数時間にわたる生体情報の時系列データから分単位の同時刻に計測された複数の生体情報の平均値を算出すればよい。また、他の例として、時間周期を 1 分とした場合には、平均処理部 1 1 0 は、複数分にわたる生体情報の時系列データから秒単位の同一時刻に計測された複数の生体情報の平均値を算出すればよい。

40

【0022】

なお、平均処理部 1 1 0 が生体情報の平均値を算出する、互いに対応する計測時刻で取得された複数の生体情報とは、厳密な同時刻にサンプリングされた生体情報同士である必要はなく、直近とみなせる時間的範囲において計測された生体情報であればよい。

【0023】

時刻取得部 1 2 は、生体情報解析装置 1 において用いられる基準時刻を取得する。時刻取得部 1 2 は、例えば、生体情報解析装置 1 に設けられた内蔵時計、またはタイムサーバ

50

から時刻情報を取得してもよい。時刻取得部 1 2 によって取得された時刻情報は、データ解析部 1 1 における生体情報の平均化処理などのデータ解析に用いられる。

【 0 0 2 4 】

記憶部 1 3 は、センサデータ取得部 1 0 によって取得されたユーザの生体情報の時系列データを記憶する。また、記憶部 1 3 は、時間周期に関する設定情報やデータ解析部 1 1 による生体情報の解析結果を記憶する。

【 0 0 2 5 】

提示部 1 4 は、データ解析部 1 1 による解析結果を提示する。より詳細には、提示部 1 4 は、後述の表示装置 1 0 9 に解析結果を表示したり、解析結果に基づいてユーザを支援する情報を生成して提示する。提示部 1 4 は、ユーザを支援する情報を、表示装置 1 0 9 や音声出力装置、光源、アクチュエータ、温熱機器などで実現される動作装置（図示しない）に出力してもよい。

【 0 0 2 6 】

送受信部 1 5 は、後述するセンサ 1 0 6 によって計測された生体情報を示すセンサデータを受信する。また、送受信部 1 5 は、データ解析部 1 1 による生体情報の解析結果を通信ネットワークを介して外部に送出することができる。

【 0 0 2 7 】

以上説明した生体情報解析装置 1 の各機能は、1 つの計算機に設けられる場合だけでなく、通信ネットワークを介して互いに通信可能に接続された複数の計算機に分散して構成されてもよい。

【 0 0 2 8 】

[ 生体情報解析装置のハードウェア構成 ]

次に、上述した機能を有する生体情報解析装置 1 のハードウェア構成の例について図 2 のブロック図を用いて説明する。

【 0 0 2 9 】

図 2 に示すように、生体情報解析装置 1 は、例えば、バス 1 0 1 を介して接続される CPU 1 0 3 と主記憶装置 1 0 4 とを有する演算装置 1 0 2、通信インターフェース 1 0 5、センサ 1 0 6、外部記憶装置 1 0 7、時計 1 0 8、表示装置 1 0 9 を備えるコンピュータと、これらのハードウェア資源を制御するプログラムによって実現することができる。

【 0 0 3 0 】

CPU 1 0 3 と主記憶装置 1 0 4 とは、演算装置 1 0 2 を構成する。主記憶装置 1 0 4 には、CPU 1 0 3 が各種制御や演算を行うためのプログラムが予め格納されている。演算装置 1 0 2 によって、図 1 に示したデータ解析部 1 1 を含む生体情報解析装置 1 の各機能が実現される。

【 0 0 3 1 】

通信インターフェース 1 0 5 は、生体情報解析装置 1 と各種外部電子機器との間を通信ネットワーク NW にて接続するためのインターフェースおよび制御装置である。生体情報解析装置 1 は、通信インターフェース 1 0 5 を介して、ユーザに装着された後述のセンサ 1 0 6 から通信ネットワーク NW を介して心拍数や心電波形、加速度のデータを受信してもよい。

【 0 0 3 2 】

通信インターフェース 1 0 5 としては、例えば、LTE、3G、無線 LAN、Bluetooth (登録商標) などの無線データ通信規格に対応した演算インターフェースおよびアンテナが用いられる。通信インターフェース 1 0 5 によって、図 1 で説明した送受信部 1 5 が実現される。

【 0 0 3 3 】

センサ 1 0 6 は、例えば、心拍計、心電計や加速度センサなどのセンサによって実現される。センサ 1 0 6 は、予め設定された計測期間にわたってユーザに装着され、ユーザの心拍数、心電波形や加速度などの生体情報を計測する。

【 0 0 3 4 】

10

20

30

40

50

外部記憶装置 107 は、読み書き可能な記憶媒体と、その記憶媒体に対してプログラムやデータなどの各種情報を読み書きするための駆動装置とで構成されている。外部記憶装置 107 には、記憶媒体としてハードディスクやフラッシュメモリなどの半導体メモリを使用することができる。

#### 【0035】

外部記憶装置 107 は、センサ 106 により計測された生体情報の時系列データを記憶する記憶領域や、生体情報解析装置 1 が生体情報の解析処理を行うためのプログラムを格納するプログラム格納部や、図示しないその他の格納装置で、例えば、この外部記憶装置 107 内に格納されているプログラムやデータなどをバックアップするための格納装置などを有することができる。外部記憶装置 107 によって、図 1 で説明した記憶部 13 が実現される。

10

#### 【0036】

時計 108 は、生体情報解析装置 1 に設けられた内蔵時計などで構成され、時間を計時する。時計 108 によって得られた時刻情報は、生体情報のサンプリングやデータ解析処理に用いられる。なお、時計 108 によって得られた時刻情報は、図 1 で説明した時刻取得部 12 によって取得される。

#### 【0037】

表示装置 109 は、生体情報解析装置 1 の提示部 14 として機能する。表示装置 109 は液晶ディスプレイなどによって実現される。また、表示装置 109 は、生体情報の解析結果に基づいて生成されるユーザの支援情報を出力する動作装置を構成する。

20

#### 【0038】

##### [ 生体情報解析方法 ]

次に、上述した構成を有する生体情報解析装置 1 の動作について図 3 のフローチャートを用いて説明する。まず、センサ 106 がユーザに装着された状態で以下の処理が実行される。

#### 【0039】

センサデータ取得部 10 は、ユーザに装着されたセンサ 106 で計測された生体情報を送受信部 15 を介して取得する（ステップ S1）。より具体的には、時間周期として、例えば、「1日」が設定されている場合、センサデータ取得部 10 は、例えば 2 日間など複数の時間周期にわたって計測されたユーザの心電波形を取得する。取得された 2 日間にわたる生体情報は記憶部 13 に蓄積される。次に、センサデータ取得部 10 は、取得した生体情報のノイズの除去を行い、また、アナログ信号の生体情報をデジタル信号に変換する処理を行う（ステップ S2）。

30

#### 【0040】

具体的には、センサデータ取得部 10 は、心拍計で計測された心電位に対してフィルタリングによるノイズの除去を行い、また、心電位に基づく心電波形からデジタルデータの心拍数を算出する。センサデータ取得部 10 によって処理された生体情報の時系列データは記憶部 13 に記憶される（ステップ S3）。

#### 【0041】

次に、データ解析部 11 は、ステップ S2 で取得された生体情報の解析処理を行う（ステップ S4）。より詳細には、平均処理部 110 が、ユーザの 2 日間（2 周期）にわたる心拍数の時系列データに対して、1 日目と 2 日目における互いに対応する計測時刻に取得された心拍数同士の平均値を算出する。

40

#### 【0042】

図 4 の (a) は、2 日間にわたって計測された心拍数の値を示す図である。図 4 の (a) の横軸は時間、縦軸は心拍数を示している。また、参照符号 h1 は、1 日目（第 1 周期目）での心拍数を示している。参照符号 h2 は、2 日目（第 2 周期目）の心拍数を示している。なお、図 4 の (a) に示すように、模擬的に 1 日目では、心拍数は 100 bpm、2 日目では 60 bpm で推移したものとする。これらの心拍数の平均値は、次の式 (1) で求められる。

50

【 0 0 4 3 】

【 数 1 】

$$A_t = \frac{\sum_{i=1}^N X_{t,i}}{N} \quad \dots (1)$$

【 0 0 4 4 】

上式(1)において、tは計測時刻であり、サンプリングレートに基づく計測頻度で計測が行われる。Nは、計測した日数すなわち時間周期の数を表す。このNは、複数の時間周期のそれぞれにおける互いに対応する計測時刻でのデータ数を示すことにもなる。図5の例では、N = 2である。iは計測日(時間周期)であり、各計測日に対応する。図4の(a)の場合では、平均値A<sub>t</sub>は常に80bpm((100 + 60) / 2 = 80)となる。したがって、図4の(b)に示すように、2日間での互いに対応する計測時刻における心拍数の平均値は80bpmとなっている(参照符号h3)。

10

【 0 0 4 5 】

このように、複数日のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻で取得された複数の生体情報の平均値を算出することで、複数日(複数の時間周期)にわたって計測されたユーザの心拍数の日によるばらつきが緩和され、真にユーザの習慣や振る舞いに近い生体情報の計測値を得ることができる。

【 0 0 4 6 】

図3のフローチャートに戻り、データ解析部11によって得られたユーザの生体情報の解析結果は記憶部13に記憶される。また、提示部14は、解析結果を表示装置109に表示する(ステップS5)。また、提示部14は、解析結果に基づいてユーザに対する支援情報を生成し、表示装置109等に表示する。

20

【 0 0 4 7 】

[ 生体情報解析システム ]

次に、本発明に係る生体情報解析装置1を具体的に構成した生体情報解析システムについて図5および図6を参照して説明する。

生体情報解析システムは、例えば、図5に示すように、ユーザ500に装着されるセンサ端末200と、中継端末300と、外部端末400とを備える。センサ端末200、中継端末300、外部端末400のすべてもしくはいずれかは、図1で説明したデータ解析部11などの生体情報解析装置1の各機能を備える。なお、以下においては、中継端末300が図1で説明したデータ解析部11を備える場合について説明する。

30

【 0 0 4 8 】

[ センサ端末の機能ブロック ]

センサ端末200は、センサ201、センサデータ取得部202、データ記憶部203、およびデータ送信部204を備える。センサ端末200は、例えば、ユーザ500の体の体幹に配置されて複数の時間周期にわたる生体情報を計測する。センサ端末200は、計測したユーザ500の生体情報を通信ネットワークNWを介して中継端末300に送信する。

40

【 0 0 4 9 】

センサ201は、心拍計や加速度センサなどで実現される。センサ201が備える加速度センサの3軸は、例えば、図5に示すように、X軸は体の左右方向、Y軸は体の前後方向、Z軸は体の上下方向に平行に設けられる。センサ201は、図2で説明したセンサ106に対応する。

【 0 0 5 0 】

センサデータ取得部202は、センサ201によって計測された生体情報を取得する。より詳細には、センサデータ取得部202は、取得した生体情報のノイズの除去やサンプリング処理を行い、デジタル信号の生体情報における時系列データを求める。センサデータ取得部202は、図2で説明したセンサデータ取得部10に対応する。

50

## 【 0 0 5 1 】

データ記憶部 2 0 3 は、センサ 2 0 1 によって計測された生体情報の時系列データや、センサデータ取得部 2 0 2 によって処理されて得られたデジタル信号による生体情報の時系列データを記憶する。データ記憶部 2 0 3 は、記憶部 1 3 ( 図 1 ) に対応する。

## 【 0 0 5 2 】

データ送信部 2 0 4 は、データ記憶部 2 0 3 に記憶されている生体情報の時系列データを、通信ネットワーク NW を介して中継端末 3 0 0 に送信する。データ送信部 2 0 4 は、例えば、LTE、3G、無線 LAN ( Local Area Network ) や Bluetooth ( 登録商標 ) 等の無線データ通信規格に対応した無線通信を行うための通信回路を備える。データ送信部 2 0 4 は、送受信部 1 5 ( 図 1 ) に対応する。

10

## 【 0 0 5 3 】

## [ 中継端末の機能ブロック ]

中継端末 3 0 0 は、データ受信部 3 0 1、データ記憶部 3 0 2、時刻取得部 3 0 3、データ解析部 3 0 4、およびデータ送信部 3 0 5 を備える。中継端末 3 0 0 は、センサ端末 2 0 0 から受信した、複数の時間周期にわたって計測されたユーザ 5 0 0 の生体情報の時系列データを解析する。さらに、中継端末 3 0 0 は、複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報からこれら複数の生体情報の代表値を算出し、代表値を解析結果として外部端末 4 0 0 に送信する。

## 【 0 0 5 4 】

中継端末 3 0 0 は、スマートフォン、タブレット、ノートパソコンなどによって実現される。

20

## 【 0 0 5 5 】

データ受信部 3 0 1 は、通信ネットワーク NW を介してセンサ端末 2 0 0 から生体情報の時系列データを受信する。データ受信部 3 0 1 は、送受信部 1 5 ( 図 1 ) に対応する。

## 【 0 0 5 6 】

データ記憶部 3 0 2 は、データ受信部 3 0 1 が受信したユーザ 5 0 0 の生体情報や、データ解析部 3 0 4 による生体情報の解析結果を記憶する。データ記憶部 3 0 2 は、記憶部 1 3 ( 図 1 ) に対応する。

## 【 0 0 5 7 】

時刻取得部 3 0 3 は、データ解析部 3 0 4 による生体情報の解析処理において用いられる時刻情報を内蔵時計 ( 図示しない ) から取得する。時刻取得部 3 0 3 は、図 1 で説明した時刻取得部 1 2 に対応する。

30

## 【 0 0 5 8 】

データ解析部 3 0 4 は、データ受信部 3 0 1 によって受信されたユーザ 5 0 0 の複数の時間周期にわたる生体情報の時系列データを解析し、複数の時間周期のそれぞれにおける互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報から、これら複数の生体情報の典型的な値を示す代表値を求め、例えば、複数日にわたって計測されたユーザ 5 0 0 の心拍数の同時帯での平均値を、上述した式 ( 1 ) を用いて算出する。解析結果として得られた生体情報の平均値は、データ記憶部 3 0 2 に記憶される。データ解析部 3 0 4 は、図 1 で説明した平均処理部 1 1 0 を備えるデータ解析部 1 1 に対応する。

40

## 【 0 0 5 9 】

データ送信部 3 0 5 は、データ解析部 3 0 4 による解析結果を通信ネットワーク NW を介して外部端末 4 0 0 に送信する。データ送信部 3 0 5 は、送受信部 1 5 ( 図 1 ) に対応する。

## 【 0 0 6 0 】

## [ 外部端末の機能ブロック ]

外部端末 4 0 0 は、データ受信部 4 0 1、データ記憶部 4 0 2、提示処理部 4 0 3、および提示部 4 0 4 を備える。外部端末 4 0 0 は、中継端末 3 0 0 から通信ネットワーク NW を介して受信したユーザ 5 0 0 の生体情報の解析結果を提示し、また、解析結果に基づいたユーザ 5 0 0 に対する支援情報の提示を行う。

50

## 【 0 0 6 1 】

外部端末 4 0 0 は、中継端末 3 0 0 と同様に、スマートフォン、タブレット、ノートパソコンなどによって実現される。外部端末 4 0 0 は受信した解析結果を表示する表示装置や、解析結果に基づいて生成されるユーザ 5 0 0 を支援する情報を出力する動作装置（図示しない）を備えている。外部端末 4 0 0 が備える動作装置の例として、表示装置、音声出力装置、光源、アクチュエータ、温熱機器などが挙げられる。

## 【 0 0 6 2 】

音声出力装置としては、例えば、スピーカや楽器を用いてもよい。光源としては、LED や電球を用いてもよい。アクチュエータとしては、振動子やロボットアーム、電気治療器を用いてもよい。また、温熱機器としては、ヒータやペルチェ素子などを用いてもよい。

10

## 【 0 0 6 3 】

データ受信部 4 0 1 は、通信ネットワーク NW を介して中継端末 3 0 0 から生体情報の解析結果を受信する。データ受信部 4 0 1 は、送受信部 1 5（図 2）に対応する。

## 【 0 0 6 4 】

データ記憶部 4 0 2 は、データ受信部 4 0 1 によって受信された生体情報の解析結果を記憶する。データ記憶部 4 0 2 は、記憶部 1 3（図 1）に対応する。

## 【 0 0 6 5 】

提示処理部 4 0 3 は、解析結果に基づいてユーザ 5 0 0 に対する支援情報を生成する。提示処理部 4 0 3 は、図 1 で説明した提示部 1 4 に対応する。

## 【 0 0 6 6 】

提示部 4 0 4 は、解析結果の提示や提示処理部 4 0 3 による指示に基づいて、ユーザ 5 0 0 に対する支援情報を提示する。より詳細には、外部端末 4 0 0 が備える表示装置に文字情報やグラフなどにより解析結果や支援情報を表示したり、外部端末 4 0 0 が備える図示しないスピーカから、アラート音などにより支援情報を出力してもよい。その他、提示部 4 0 4 は、振動や光などユーザ 5 0 0 が認知可能な方法により支援情報を提示することができる。提示部 4 0 4 は、図 1 で説明した提示部 1 4 に対応する。

20

## 【 0 0 6 7 】

このように、本発明に係る生体情報解析システムは、生体情報解析装置 1 の各機能がセンサ端末 2 0 0、中継端末 3 0 0、および外部端末 4 0 0 に分散された構成を有し、ユーザ 5 0 0 の生体情報の取得から解析および解析結果の提示に関する処理を分散して行う。

30

## 【 0 0 6 8 】

[ 生体情報解析システムの動作シーケンス ]

次に、上述した構成を有する生体情報解析システムの動作について、図 7 のシーケンス図を用いて説明する。

## 【 0 0 6 9 】

図 7 に示すように、まず、センサ端末 2 0 0 は、ユーザ 5 0 0 に装着されて、複数の時間周期にわたる生体情報を計測する（ステップ S 1 0 0）。センサ端末 2 0 0 は、計測された生体情報のデジタル信号を求め、必要に応じてノイズの除去を行う。

## 【 0 0 7 0 】

次に、センサ端末 2 0 0 は、通信ネットワーク NW を介して中継端末 3 0 0 に生体情報を送信する（ステップ S 1 0 1）。中継端末 3 0 0 は、センサ端末 2 0 0 から生体情報の時系列データを受信すると、平均化処理を行って生体情報の解析を実行する（ステップ S 1 0 2）。より詳細には、中継端末 3 0 0 のデータ解析部 3 0 4（平均処理部 1 1 0）は、上述した式（1）を用いて複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報からこれら複数の生体情報の平均値を算出する。

40

## 【 0 0 7 1 】

その後、中継端末 3 0 0 は、通信ネットワーク NW を介して、生体情報の平均値を示す解析結果を外部端末 4 0 0 に送信する（ステップ S 1 0 3）。外部端末 4 0 0 は、解析結果を受信すると、提示処理を実行する（ステップ S 1 0 4）。すなわち、外部端末 4 0 0 は、解析結果を表示装置に表示する。また、外部端末 4 0 0 は、解析結果に基づいてユー

50

ザ 500 に対する支援情報を生成し、表示装置などに表示する。

【0072】

以上説明したように、第1の実施の形態に係る生体情報解析装置1は、複数の時間周期にわたって計測されたユーザ500の心拍数などの複数の生体情報に対する解析を行って、互いに対応する計測時刻で取得された複数の生体情報の平均値を算出する。そのため、「日」などの時間周期によって生体情報の値に変動がある場合でも、ユーザの生体情報の典型的な値を得ることができる。

【0073】

[第2の実施の形態]

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。なお、以下の説明では、上述した第1の実施の形態と同じ構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0074】

第1の実施の形態では、平均処理部110が、複数の時間周期にわたって計測された生体情報について、互いに対応する計測時刻における平均値を算出し、ユーザの生体情報についての典型的な値を求める場合について説明した。これに対し、第2の実施の形態は、生体情報解析装置1Aは、さらに異常値判定部16を備える。異常値判定部16は、計測された生体情報に異常値が含まれているか否かを判定する。以下、第1の実施の形態と異なる構成を中心に説明する。

【0075】

図8に示すように、異常値判定部16は、予め設定された基準に基づいて、生体情報の時系列データが異常値を含むか否かを判定する。異常値判定部16による判定結果は、平均処理部110に入力される。より詳細には、異常値判定部16は、生体情報の値に対して予め設定された上限閾値および下限閾値に基づいて、上限閾値を超える生体情報の値および下限閾値を下回る生体情報の値については、その計測値を無効とする。異常値判定部16によって異常値が除かれた生体情報の値は平均処理部110に入力される。

【0076】

平均処理部110は、異常値判定部16によって異常値を含むと判定された場合には、その異常値を除いた複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻に取得された複数の生体情報の平均値を代表値として算出する。

【0077】

[生体情報解析システムの動作シーケンス]

次に、本実施の形態に係る生体情報解析装置1Aの各機能が、図6で説明したセンサ端末200、中継端末300、および外部端末400を備える生体情報解析システムによって実現される場合の動作について、図9に示すシーケンス図を参照して説明する。なお、センサ端末200、中継端末300、および外部端末400の各機能ブロックは、図6で説明した構成と同様である。また、中継端末300が異常値判定部16を備えるものとする。

【0078】

まず、センサ端末200がユーザ500に装着されて、複数の時間周期にわたってユーザ500の生体情報を計測する(ステップS200)。より具体的には、センサ端末200は、心拍計(センサ201)でユーザ500の心電位を計測する。センサデータ取得部202は、センサ201から心電位を取得し、その心電位に基づく心電波形からデジタルデータの心拍数を算出する。取得された心電位や心拍数はデータ記憶部203に記憶される。

【0079】

次に、センサ端末200は、計測した生体情報を通信ネットワークNWを介して中継端末300に送信する(ステップS201)。より具体的には、データ送信部204が、データ記憶部203から心拍数の時系列データを読み出して、通信ネットワークNWを介して中継端末300に送信する。

【0080】

10

20

30

40

50

中継端末 300 は、センサ端末 200 からユーザ 500 の生体情報の時系列データを受信すると、異常値判定部 16 において、受信した生体情報の時系列データに異常値が含まれているか否かを判定する（ステップ S202）。

【0081】

より具体的には、異常値判定部 16 は、データ記憶部 302 に記憶されている心拍数の上限閾値（例えば、190 bpm）および下限閾値（例えば、40 bpm）を読み出す。異常値判定部 16 は、受信されたユーザ 500 の生体情報において上限閾値を超える値、および下限閾値を下回る値を無効とする。

【0082】

例えば、図 10 の（a）に示すように、第 1 周期目のユーザ 500 の心拍数  $h_1$  は、12 時から 24 時の時間帯で下限閾値 40 bpm を下回っている。また、第 2 周期目のユーザの心拍数  $h_2$  は、6 時から 12 時および 18 時から 24 時までの時間帯で同様に下限閾値 40 bpm を下回っている。したがって、異常値判定部 16 は、下限閾値を下回った心拍数の値を無効とした心拍数の値を平均処理部 110 に入力する。

10

【0083】

次に、図 9 に示すように、平均処理部 110 は、異常値判定部 16 による判定結果に基づいて、ユーザ 500 の生体情報について複数の時間周期のそれぞれにおいて互に対応する計測時刻に取得された複数の生体情報の平均値を算出する（ステップ S203）。より詳細には、平均処理部 110 は上述した式（1）を用いて、図 10 の（b）に示すように、異常値と判定された値を除いた第 1 周期および第 2 周期の同時時間帯での心拍数の平均値  $h_3$  を算出する。

20

【0084】

図 10 の（b）に示すように、各周期の 0 時から 6 時までの心拍数の平均値は 80 bpm、6 時から 12 時までの心拍数の平均値は、異常値を無効としたため 100 bpm、同様に、12 時から 18 時の心拍数の平均値は 60 bpm が算出され、18 時から 24 時は第 1 周期および第 2 周期の心拍数は両方とも下限閾値を下回ったため平均値は算出されない。すなわち、6 時から 12 時および 12 時から 18 時の時間帯では、上述した式（1）において、心拍数の平均値  $A_t$  に含まれるデータ数は  $N = 1$  となり、例えば、 $A_t = (60) / 1 = 60 \text{ bpm}$  のように計算される。18 時から 24 時までの時間帯においては、心拍数のデータは無い（空）として、平均の計算結果を返さなくてもよい。

30

【0085】

このように、生体情報に含まれる異常値を特定し、異常値を平均化処理の算出から除くことで、生体情報の解析結果に対する異常値の影響を抑制することができる。そのため、センサ 201 の計測条件によらず被験者であるユーザ 500 の生体の振る舞いに沿った生体情報の計測値を得ることができる。

【0086】

図 9 に戻り、中継端末 300 は、平均化処理を行って得られた生体情報の解析結果を通信ネットワーク NW を介して外部端末 400 に送信する（ステップ S204）。その後、外部端末 400 は、解析結果を受信する。外部端末 400 は、解析結果に基づいて、提示処理を行い（ステップ S205）、解析結果を表示装置に表示したり、ユーザ 500 に対する支援情報を生成して出力する。

40

【0087】

以上説明したように、第 2 の実施の形態に係る生体情報解析装置 1A によれば、計測されたユーザの生体情報に異常値が含まれていても、異常値を除いた生体情報に基づいて平均化処理を行い、複数の時間周期のそれぞれにおいて互に対応する計測時刻に取得された複数の生体情報の平均値を算出する。そのため、生体情報の典型的な値として算出された平均値に対する異常値の影響を抑制でき、ユーザの習慣に沿ったより正確な生体情報を得ることができる。

【0088】

[ 第 3 の実施の形態 ]

50

次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。なお、以下の説明では、上述した第1および第2の実施の形態と同じ構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0089】

第2の実施の形態では、生体情報解析装置1Aは、平均処理部110と異常値判定部16とを備え、生体情報の異常値を特定し、異常値を除いた生体情報の値に基づいて平均化処理を行う場合について説明した。これに対し、第3の実施の形態に係る生体情報解析装置1Bは、データ解析部11Bが要約部111を備え、平均化処理で算出された生体情報の平均値に基づく統計的な要約値を算出する。以下、第1および第2の実施の形態と異なる構成を中心に説明する。

10

【0090】

図11に示すように、生体情報解析装置1Bのデータ解析部11Bは、平均処理部110、および要約部111を備える。

【0091】

要約部111は、平均処理部110によって算出された生体情報の平均値の時系列データに基づいて、任意の期間での生体情報を統計的に要約した要約値を算出する。要約部111が算出する要約値は、累積値、平均値、生体情報が計測される時間周期において任意の生体情報の値が占める割合を示す内訳、中央値、25%水準点、75%水準点、標準偏差、標準誤差の少なくとも1つを含む。

20

【0092】

[生体情報解析システムの動作シーケンス]

次に、本実施の形態に係る生体情報解析装置1Bの各機能が、図6で説明したセンサ端末200、中継端末300、および外部端末400を備える生体情報解析システムで実現される場合を例に、図12のシーケンス図を用いて動作を説明する。なお、本実施の形態では、中継端末300が要約部111を備えるデータ解析部11B、および異常値判定部16を備える場合について説明する。

【0093】

まず、センサ端末200がユーザ500に装着されて、複数の時間周期にわたってユーザ500の生体情報を計測する(ステップS300)。より具体的には、センサ端末200は、心拍計でユーザ500の心電位を計測し、その心電位に基づく心電波形からデジタルデータの心拍数を算出する。

30

【0094】

次に、センサ端末200は、通信ネットワークNWを介して生体情報を中継端末300に送信する(ステップS301)。中継端末300によって生体情報の時系列データが受信されると、異常値判定部16は、受信された生体情報に異常値が含まれるか否かを判定する(ステップS302)。異常値判定部16によって異常値が特定された場合には、異常値を除いた生体情報が平均処理部110に入力される。

【0095】

平均処理部110は、複数の生体情報の平均値を上述した式(1)を用いて算出する(ステップS303)。平均処理部110は、算出された生体情報の平均値の時系列データを要約部111に渡す。

40

【0096】

次に、要約部111は、平均処理部110によって算出された生体情報の平均値の時系列データに基づいて、任意の期間における生体情報の統計的な要約を示す要約値を算出する(ステップS304)。図10の(b)に示す、平均処理部110によって算出された心拍数の平均値の時系列データの例を挙げてより具体的に説明すると、任意の期間を6時間として要約部111が算出する心拍数の平均値は、 $(100 + 80 + 60) / 3 = 80$  bpmと算出される。

【0097】

また、要約部111は、心拍数の累積値について、1時間当たりのサンプリングレート

50

を  $k$  とすると、 $(100 + 80 + 60) [\text{bpm}] \times 6 [\text{時間}] \times k [\text{点}]$  と算出する。

また、要約部 111 は、生体情報が計測される時間周期において任意の生体情報の値が占める割合を示す内訳として、図 10 の (b) に示すように、「100 bpm、80 bpm、60 bpm の期間はそれぞれ 33%」と 1 日において各心拍数の平均値が占める割合を求めることができる。

【0098】

次に、中継端末 300 は、要約部 111 によって求められた生体情報の要約値を解析結果として、通信ネットワーク NW を介して外部端末 400 に送信する (ステップ S305)。その後、外部端末 400 は、解析結果を受信すると、解析結果の提示処理を実行する (ステップ S306)。より詳細には、外部端末 400 は、解析結果として受信した生体情報の要約値を外部端末 400 が備える表示装置に表示したり、要約値に基づいてユーザ 500 を支援する情報を生成して表示装置に表示してもよい。

10

【0099】

以上説明したように、第 3 の実施の形態に係る生体情報解析装置 1B によれば、要約部 111 がユーザの生体情報の平均値の時系列データに基づいて任意の期間における統計的な要約を示す要約値を算出する。そのため、ユーザの 1 周期における生体情報を要約として統計的に把握することができる。

【0100】

[第 4 の実施の形態]

次に、本発明の第 4 の実施の形態について説明する。なお、以下の説明では、上述した第 1 から第 3 の実施の形態と同じ構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

20

【0101】

第 1 から第 3 の実施の形態では、生体情報の具体例として、量的変数である心拍数を挙げて説明した。これに対し、第 4 の実施の形態では、解析の対象となる生体情報が、ユーザの姿勢のように、中間の値を許さない質的変数である場合について説明する。第 4 の実施の形態に係る生体情報解析装置 1C が備えるデータ解析部 11C は、質的変数を示す生体情報 (以下、「生体状態情報」という。) を解析する要約部 111C を備える。以下、第 1 から第 3 の実施の形態と異なる構成を中心に説明する。

【0102】

図 13 に示すように、生体情報解析装置 1C はデータ解析部 11C を備える。また、データ解析部 11C は要約部 111C を備える。

30

要約部 111C は、センサデータ取得部 10 によって取得された生体情報の時系列データから、質的変数である生体状態情報を算出し、複数の時間周期のそれぞれにおいて互いに対応する計測時刻での生体状態情報の値の発生割合に基づいて、その生体状態情報を統計的に要約した要約値を算出する。

【0103】

本実施の形態において、データ解析部 11C が解析の対象とする生体状態情報は、質的変数である。生体状態情報は、前述したようにユーザの伏せている (横に寝ている) 状態を「0」、立位のように起きている状態を「1」としたときに、この 2 値のどちらかに分類される性質を有する変数である。第 1 から第 3 の実施の形態でデータ解析の対象として用いられた心拍数のような生体情報は、いわゆる量的変数であるため、時系列データにおいて中間的な値で表される平均値の算出が行える。しかし、本実施の形態で扱う生体状態情報は、中間的な値、例えば、上記ユーザの姿勢の例において「0.5」という値は意味をなさない。

40

【0104】

本実施の形態では、要約部 111C は、複数の時間周期 (複数日) における互いに対応する計測時刻に取得された生体状態情報が同じ値であれば平均値は同じ値とする。一方、複数日の互いに対応する計測時刻における生体状態情報が異なる値をとる場合は、それぞれの値の割合に応じて計測期間を分割する。

【0105】

50

より具体的には、図15の(a)に示すように1日目(第1周期目)の生体状態情報として状態p1が0時から12時までは起きている状態を示す「1」であり、12時から24時までは伏せている状態を示す「0」である。また、2日目(第2周期目)の生体状態情報として状態p2が0時から6時までおよび12時から18時までの時間帯では起きている状態「1」であり、6時から12時および18時から24時までの時間帯では伏せている状態を示す「0」となっている。

【0106】

図15の(b)は、要約部111Cによって算出された、図15の(a)における2日分(2周期分)の生体状態情報の平均を示す状態p3を示している。図15の(b)に示すように、1日(1周期)のうち、0時から6時および12時から24時の生体状態情報が示す状態p3は、1日目および2日目の値が同じ値であるため、それぞれ1日目および2日目と同じ値が算出される。

10

【0107】

一方、6時から12時および12時から18時の時間帯においては、1日目と2日目との値が互いに異なるため、6時から12時および12時から18時までの期間をそれぞれ2分割して6時から9時までの時間帯では状態p3として「1」、9時から12時までの時間帯では状態p3として「0」を割り当てる。

【0108】

同様に、12時から18時までの時間帯についても2分割して状態p3として「1」と「0」とをそれぞれ組み合わせて割り当てる。

20

【0109】

要約部111Cは、上記のように時間の分割によって生体状態情報を示す値の平均を求める。また、要約部111Cは、時間の分割によって求めた生体状態情報の平均を示す値の発生割合に基づいて、生体状態情報を統計的に要約した要約値を算出する。

【0110】

より具体的には、要約部111Cは、図15の(b)の例において、「1と0の状態をとったのは1日(1周期)においてそれぞれ50%」という要約を算出する。なお、状態を示す値は2値の場合に限らず、3値以上でも同様の計算が可能である。例えば、もしも状態が「0, 1, 2」の3値をとり、「0, 0, 1」という組み合わせが30分間存在したとしたら、「0をとった時間が20分、1をとった時間が10分」というような要約を算出すればよい。

30

【0111】

また、本実施の形態では、要約部111Cは、傾斜算出部112、体動算出部113、および姿勢算出部114を備える。

傾斜算出部112は、3軸の加速度データから、ユーザに着用されているセンサ106の傾きを算出する。

体動算出部113は、3軸の加速度データから、ユーザの体動の大きさを算出する。

姿勢算出部114は、傾斜算出部112によって算出された傾斜から、ユーザの姿勢を算出する。姿勢算出部114によって算出された値は、要約部111Cによってユーザの生体状態情報を示す値として用いられる。

40

【0112】

ここで、傾斜算出部112は、センサデータ取得部10によって得られた3軸の加速度データより重力加速度に対するセンサ106の傾きとして、以下の式により、を算出する。なお、傾斜算出部112は、センサデータ取得部10によって、例えば、25Hzのサンプリングレートでサンプリングされた3軸の加速度データを用いる。

【0113】

また、 $(-90 < 270)$ は鉛直方向に対する加速度センサのZ軸の傾き、 $(-90 < 270)$ は鉛直方向に対する加速度センサのX軸の傾きであり、単位は度[degree]である。

【0114】

50

【数 2】

$$\theta = \frac{180}{\pi} \cos^{-1} \left( \frac{A_z}{\sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}} \right) + 90 \quad (A_y \geq 0 \text{ のとき})$$

$$\theta = -\frac{180}{\pi} \cos^{-1} \left( \frac{A_z}{\sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}} \right) + 90 \quad (A_y < 0 \text{ のとき})$$

... (2)

10

【0115】

【数 3】

$$\phi = \frac{180}{\pi} \cos^{-1} \left( \frac{A_x}{\sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}} \right) + 90 \quad (A_y \geq 0 \text{ のとき})$$

$$\phi = -\frac{180}{\pi} \cos^{-1} \left( \frac{A_x}{\sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}} \right) + 90 \quad (A_y < 0 \text{ のとき})$$

... (3)

20

【0116】

A<sub>x</sub>、A<sub>y</sub>、A<sub>z</sub>は加速度センサの出力値であり、単位は重力加速度G(1.0G 9.8m/s<sup>2</sup>)である。式(2)と式(3)では、加速度センサの出力値の合成ベクトルの大きさ(ノルム)に対する単軸の計測値の比を求め、さらに余弦(コサイン)の逆関数を求めることで角度の次元をもつ値として算出している。

【0117】

式(2)および式(3)のA<sub>x</sub>、A<sub>y</sub>、A<sub>z</sub>は、加速度センサの出力値をそのまま代入してもよいし、平滑化のためのローパスフィルタ(たとえばFIRフィルタや移動平均フィルタ)を適用した値を用いてもよい。

30

【0118】

姿勢算出部114において、式(2)と式(3)で算出した、の値に対して閾値との比較を行うことで姿勢の算出を行う。例えば、図6に示すような加速度センサを備えるセンサ端末200の傾きは、それを身に着けるユーザ500の上体の傾きを反映するため、センサ端末200の傾きからユーザ500の姿勢を算出できる。例えば、次のような算出方法により姿勢を場合分けとして算出する。

【0119】

- (i) 立位(正立) : 30 < 140 のとき。
- (ii) 立位(倒立) : < -40 または 220 < のとき。
- (iii) 臥位(左半身が上に位置する) : ( -50 または 230 < ) かつ ( -40 < 30 ) のとき、もしくは、( -50 または 230 < ) かつ ( 140 < < 220 ) のとき。
- (iv) 臥位(右半身が上に位置する) : ( 50 < < 130 ) かつ ( -40 < 30 ) のとき、もしくは、( 50 < < 130 ) かつ ( 140 < < 220 ) のとき。
- (v) 臥位(仰向け) : ( 130 230 ) かつ ( -40 < 30 ) のとき、もしくは、( 130 230 ) かつ ( 140 < < 220 ) のとき。
- (vi) 臥位(うつ伏せ) : ( -50 50 ) かつ ( -40 < 30 ) のとき、もしくは、( -50 50 ) かつ ( 140 < < 220 ) のとき。

40

【0120】

50

上述した算出における ( i ) - ( v i ) の定義は、以下の表 1 に示すような、 のテーブルとして姿勢算出部 1 1 4 に設定 ( 記憶 ) しておけばよい。

【 0 1 2 1 】

【表 1】

$\Phi$  ( $-90 \leq \Phi < 270$ )

	-50	50	130	230	
$\theta$ ( $-90 \leq \theta < 270$ )	-40	30	140	220	
	倒立	倒立	倒立	倒立	倒立
	左半身が上	うつ伏せ	右半身が上	仰向け	左半身が上
	正立	正立	正立	正立	正立
	左半身が上	うつ伏せ	右半身が上	仰向け	左半身が上
	倒立	倒立	倒立	倒立	倒立

10

20

【 0 1 2 2 】

姿勢算出部 1 1 4 によって算出されたユーザの姿勢に基づき、臥位を 0、立位を 1 とすれば質的変数となる。

【 0 1 2 3 】

[ 生体情報解析システムの動作シーケンス ]

次に、本実施の形態に係る生体情報解析装置 1 C の各機能が、図 6 で説明したセンサ端末 2 0 0、中継端末 3 0 0、および外部端末 4 0 0 で実現される生体情報解析システムの動作について、図 1 4 のシーケンス図を用いて説明する。なお、本実施の形態では、中継端末 3 0 0 が要約部 1 1 1 C 備えるデータ解析部 1 1 C を有する場合について説明する。

30

【 0 1 2 4 】

まず、3軸の加速度センサを備えるセンサ端末 2 0 0 がユーザ 5 0 0 に装着されて、複数の時間周期にわたってユーザ 5 0 0 の3軸の加速度を計測する ( ステップ S 4 0 0 )。センサ端末 2 0 0 は、計測した加速度データについてノイズの除去や、例えば 2 5 H z のサンプリングレートでサンプリングした加速度データを得る。

【 0 1 2 5 】

次に、センサ端末 2 0 0 は、通信ネットワーク NW を介して加速度データを中継端末 3 0 0 に送信する ( ステップ S 4 0 1 )。中継端末 3 0 0 が加速度の時系列データを受信すると、傾斜算出部 1 1 2 は、受信された3軸の加速度データから上述した式 ( 2 ) および式 ( 3 ) を用いて傾斜を算出する ( ステップ S 4 0 2 )。

40

【 0 1 2 6 】

次に、姿勢算出部 1 1 4 は、ステップ S 4 0 2 で算出された傾斜に基づいて、ユーザ 5 0 0 の姿勢を算出する ( ステップ S 4 0 3 )。より詳細には、姿勢算出部 1 1 4 は、上述した表 1 に示すテーブルを参照してユーザ 5 0 0 の生体状態情報である姿勢を求める。姿勢算出部 1 1 4 によって算出された値は、要約部 1 1 1 C によってユーザ 5 0 0 の生体状態情報を示す値として用いられる。なお、姿勢算出部 1 1 4 によって得られた生体状態情報は、図 1 5 の ( a ) に示すように、1日目 ( 第 1 周期目 ) のユーザ 5 0 0 の状態 p 1、

50

および 2 日目（第 2 周期目）のユーザ 5 0 0 の状態 p 2 のように、臥位を「0」、立位を「1」として 2 値で示されている。

【0127】

次に、体動算出部 1 1 3 は、3 軸の加速度データからユーザ 5 0 0 の体動の大きさを算出する（ステップ S 4 0 4）。その後、要約部 1 1 1 C は、姿勢算出部 1 1 4 によって求められたユーザ 5 0 0 の生体状態情報である姿勢の時系列データ（図 1 5 の（a））に基づいて、任意の期間における生体状態情報の統計的な要約値を算出する（ステップ S 4 0 5）。

【0128】

より詳細には、要約部 1 1 1 C は、図 1 5 の（b）に示すように、時間の分割によって生体状態情報を示す値の平均を求める。また、要約部 1 1 1 C は、時間の分割によって求めた生体状態情報の平均を示す値の発生割合に基づいて、生体状態情報を統計的に要約した要約値を算出する。

10

【0129】

次に、中継端末 3 0 0 は、算出した要約値を解析結果として通信ネットワーク NW を介して外部端末 4 0 0 に送信する（ステップ S 4 0 6）。その後、外部端末 4 0 0 は、解析結果を受信すると、解析結果の提示処理を実行する（ステップ S 4 0 7）。より詳細には、外部端末 4 0 0 は、解析結果として受信した生体状態情報の要約値を外部端末 4 0 0 が備える表示装置に表示したり、要約値に基づいてユーザ 5 0 0 を支援する情報を生成して表示装置に表示してもよい。

20

【0130】

以上説明したように、第 4 の実施の形態に係る生体情報解析装置 1 C によれば、要約部 1 1 1 C がユーザの姿勢など、質的変数に係る生体状態情報の時系列データに基づいて任意の期間における統計的な要約を示す要約値を算出する。そのため、生体状態情報が質的変数であっても、ユーザの 1 日（1 周期）における生体状態情報を要約として統計的に把握することができる。

【0131】

以上、本発明の生体情報解析装置、生体情報解析方法、および生体情報解析システムにおける実施の形態について説明したが、本発明は説明した実施の形態に限定されるものではなく、請求項に記載した発明の範囲において当業者が想定し得る各種の変形を行うことが可能である。

30

【0132】

なお、説明した実施の形態では、センサ 1 0 6、2 0 1 が計測、算出する生体情報として、心電位や加速度の場合について説明したが、生体情報はこれらに限らず、例えば、筋電位、心拍、脈拍、血圧、呼吸、姿勢、歩行、移動速度、位置、動作、運動強度、体動、活動量などであってもよい。

【0133】

また、説明した実施の形態では、具体例において、中継端末 3 0 0 がデータ解析部 1 1 を備える場合について説明した。しかし、データ解析部 1 1 が有する各機能をセンサ端末 2 0 0、中継端末 3 0 0、および外部端末 4 0 0 にそれぞれ分散して実現してもよい。

40

【0134】

例えば、第 1 データ解析部を有するセンサ端末 2 0 0、第 2 データ解析部を有する中継端末 3 0 0、および第 3 データ解析部を有する外部端末 4 0 0 が協働して複数の時間周期にわたる生体情報の時系列データを解析して、複数の時間周期のそれぞれにおいて互に対応する計測時刻に取得された複数の生体情報からこれら複数の生体情報の代表値を算出してもよい。

【符号の説明】

【0135】

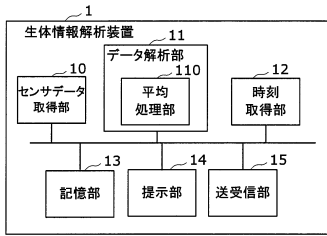
1、1 A、1 B、1 C ... 生体情報解析装置、1 0、2 0 2 ... センサデータ取得部、1 1、3 0 4 ... データ解析部、1 2、3 0 3 ... 時刻取得部、1 3 ... 記憶部、1 4、4 0 4 ... 提

50

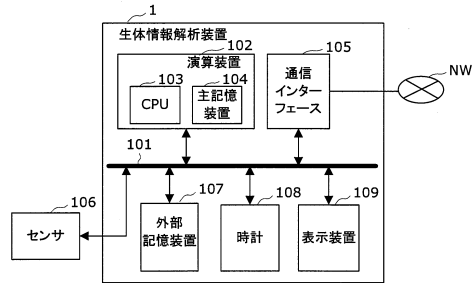
示部、15...送受信部、101...バス、102...演算装置、103...CPU、104...主記憶装置、105...通信インターフェース、106、201...センサ、107...外部記憶装置、108...時計、109...表示装置、200...センサ端末、300...中継端末、400...外部端末、203、302、402...データ記憶部、204、305...データ送信部、301、401...データ受信部、403...提示処理部。

【図面】

【図1】

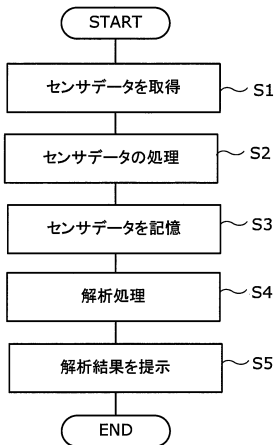


【図2】

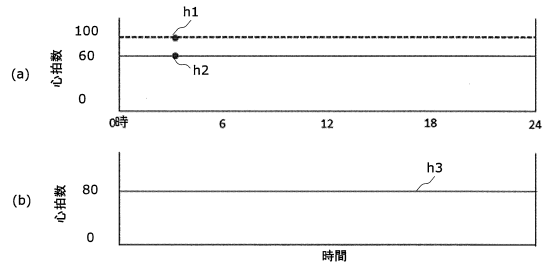


10

【図3】



【図4】



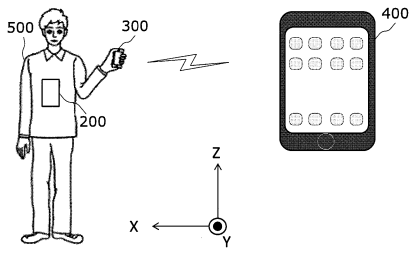
20

30

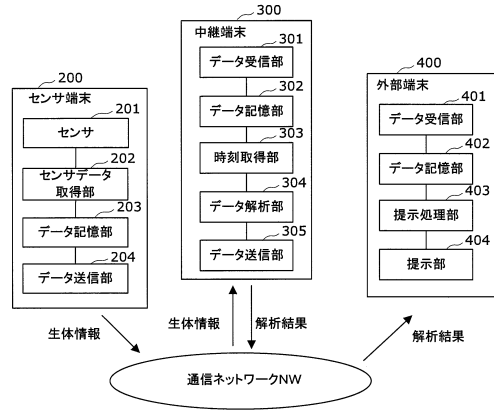
40

50

【図5】

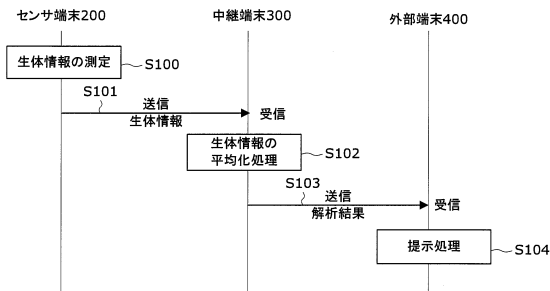


【図6】

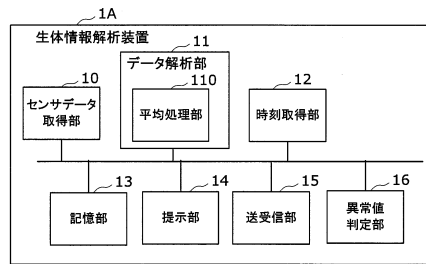


10

【図7】



【図8】



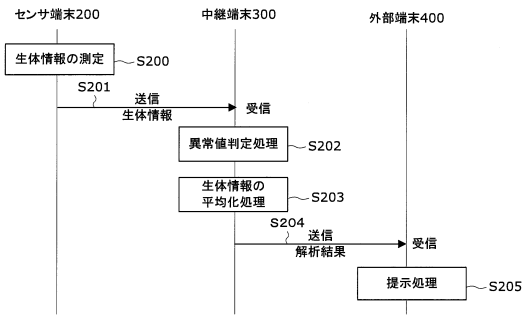
20

30

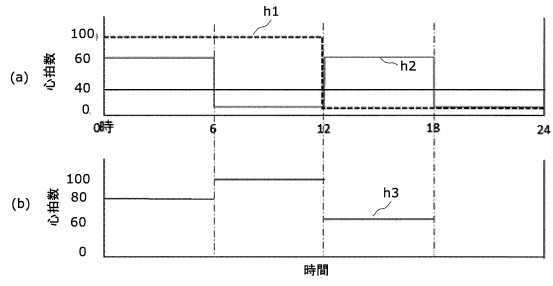
40

50

【図 9】

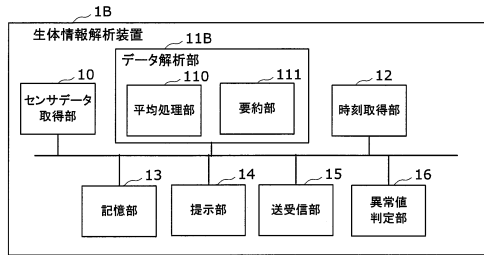


【図 10】

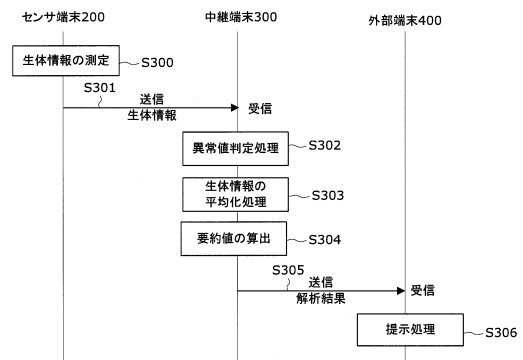


10

【図 11】



【図 12】



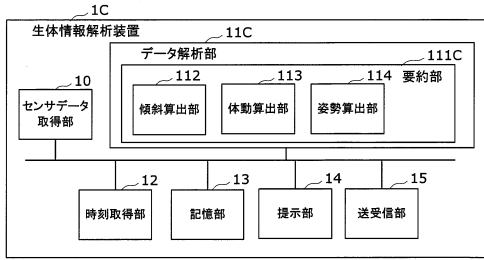
20

30

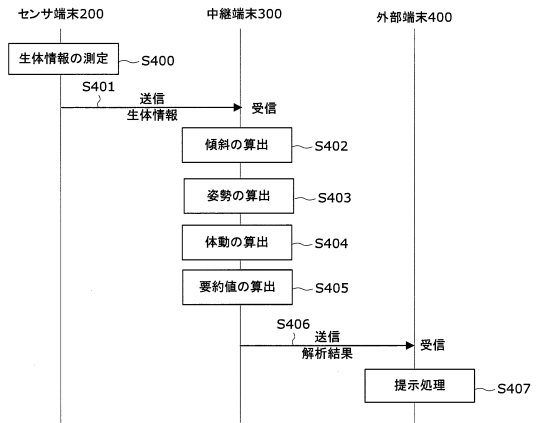
40

50

【図13】

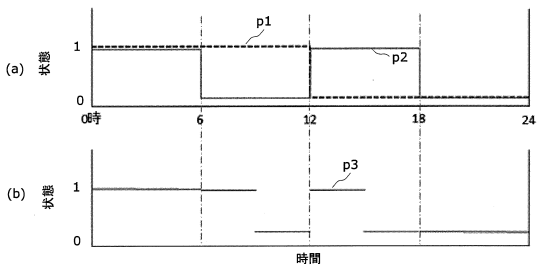


【図14】



10

【図15】



20

30

40

50

## フロントページの続き

審査官 高松 大

- (56)参考文献 特開 2018 - 094172 (JP, A)  
特開 2018 - 064900 (JP, A)  
国際公開第 2015 / 083411 (WO, A1)  
特開 2017 - 070723 (JP, A)  
特開 2015 - 085199 (JP, A)  
特開平 09 - 238908 (JP, A)  
特開 2004 - 358235 (JP, A)  
特開 2011 - 227838 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
A 61 B 5 / 00