

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B1)

(11)特許番号  
特許第7083193号  
(P7083193)

(45)発行日 令和4年6月10日(2022.6.10)

(24)登録日 令和4年6月2日(2022.6.2)

(51)国際特許分類 F I  
G 1 6 H 10/60 (2018.01) G 1 6 H 10/60

請求項の数 9 (全26頁)

(21)出願番号	特願2021-32877(P2021-32877)	(73)特許権者	520339242 S S T 株式会社 長野県上田市踏入 2 - 1 6 - 2 4
(22)出願日	令和3年3月2日(2021.3.2)	(74)代理人	100120868 弁理士 安彦 元
審査請求日	令和3年3月2日(2021.3.2)	(72)発明者	倉沢 進太郎 長野県上田市踏入 2 - 1 6 - 2 4 S S S T 株式会社内
早期審査対象出願		(72)発明者	千野 駿 長野県上田市踏入 2 - 1 6 - 2 4 S S S T 株式会社内
		審査官	松田 岳士

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 生体情報演算システム

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ユーザの血中乳酸値を生成する生体情報演算システムであって、  
前記ユーザの脈波に基づく容積脈波、速度脈波及び加速度脈波の何れかに相当する評価データを取得する取得手段と、  
予め取得された学習用脈波に基づく前記評価データと同種の入力データ、及び前記入力データに紐づく血中乳酸値を含む参照データの一对を学習用データとして、複数の前記学習用データを用いて生成された分類情報が記憶されたデータベースと、  
前記データベースを参照し、前記評価データに対する前記血中乳酸値を含む評価結果を生成する生成手段と、

を備えること

を特徴とする生体情報演算システム。

## 【請求項 2】

前記分類情報は、前記入力データを説明変数とし、前記参照データを目的変数とした P L S 回帰分析を用いて得られた検量モデルであること  
を特徴とする請求項 1 記載の生体情報演算システム。

## 【請求項 3】

前記ユーザの特徴を示す付加情報を取得し、前記評価結果及び前記付加情報に基づき、前記ユーザの運動能力を評価した総合評価結果を生成する総合評価手段を備えること  
を特徴とする請求項 1 記載の生体情報演算システム。

## 【請求項 4】

前記取得手段は、前記脈波に基づき、前記評価データとは異なる特徴を示す付加データを取得することを含み、  
前記生成手段は、前記付加データに基づく前記付加情報を生成することを含むことを特徴とする請求項 3 記載の生体情報演算システム。

## 【請求項 5】

前記付加情報は、ストレスレベル、脈拍数、呼吸数、血糖値、血圧、血中二酸化炭素の特徴、及び運動量の少なくとも何れかを示すことを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の生体情報演算システム。

## 【請求項 6】

前記取得手段は、前記脈波に基づき、前記評価データとは異なる特徴を示す付加データを取得することを含み、  
前記生成手段は、前記データベースを参照し、前記付加データに対する前記ユーザの特徴を示す付加情報を生成することを含むことを特徴とする請求項 1 記載の生体情報演算システム。

## 【請求項 7】

前記生成手段は、  
前記ユーザの特徴を示す付加情報を取得し、  
複数の前記評価データ及び前記付加情報に基づき、前記評価結果を生成することを含むことを特徴とする請求項 1 記載の生体情報演算システム。

## 【請求項 8】

前記取得手段は、前記脈波に基づき、前記評価データとは異なる予備評価データを取得することを含み、  
前記分類情報は、それぞれ異なる前記学習用データを用いて算出された複数の属性別分類情報を含み、  
前記生成手段は、  
前記予備評価データを参照し、複数の前記属性別分類情報のうち第 1 分類情報を選択する選択手段と、  
前記第 1 分類情報を参照し、前記評価データに対する前記評価結果を生成する属性別生成手段とを含むことを特徴とする請求項 1 記載の生体情報演算システム。

## 【請求項 9】

前記取得手段は、  
前記脈波に基づく速度脈波に相当するデータを、前記評価データとして取得し、  
前記脈波に基づく加速度脈波に相当するデータを、前記予備評価データとして取得することを含むことを特徴とする請求項 8 記載の生体情報演算システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ユーザの血中乳酸値を生成する生体情報演算システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、ユーザの血中乳酸値を生成する方法として、例えば特許文献 1 のような方法が提案されている。

## 【0003】

特許文献 1 に開示された運動効果判定方法では、所定の運動を行っているときのユーザの脈波信号および体動信号を測定することと、脈波信号および体動信号に基づいて運動時脈

10

20

30

40

50

拍数を算出することと、予め取得されたユーザの脈拍数と血中乳酸量との関係を表す乳酸値情報と、運動時脈拍数とに基づいて、所定の運動がユーザの体力に寄与する効果度を判定した運動効果判定結果を得ることと、判定結果をユーザに報知することと、を含むことを特徴としている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2016-195661号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、ユーザの血中乳酸値を評価する際に運動強度が高い場合、運動を行うユーザの脈拍数が急激に変化することに対して、血中乳酸値は緩やかに変化する傾向がある。このことから、脈拍数と血中乳酸値との関係にはタイムラグが生じるため、脈拍数と血中乳酸値との関係が、一義的に決まらない可能性がある。このため、特許文献1のような従来技術では、脈拍数に適した血中乳酸値を特定することが難しく、ユーザの血中乳酸値を、高精度に生成できない懸念が挙げられる。

【0006】

そこで本発明は、上述した問題点を鑑みて案出されたものであり、その目的とするところは、ユーザの血中乳酸値を、高精度に生成することができる生体情報演算システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

第1発明に係る生体情報演算システムは、ユーザの血中乳酸値を生成する生体情報演算システムであって、前記ユーザの脈波に基づく容積脈波、速度脈波及び加速度脈波の何れかに相当する評価データを取得する取得手段と、予め取得された学習用脈波に基づく前記評価データと同種の入力データ、及び前記入力データに紐づく血中乳酸値を含む参照データの一対を学習用データとして、複数の前記学習用データを用いて生成された分類情報が記憶されたデータベースと、前記データベースを参照し、前記評価データに対する前記血中乳酸値を含む評価結果を生成する生成手段と、を備えることを特徴とする。

【0008】

第2発明に係る生体情報演算システムは、第1発明において、前記分類情報は、前記入力データを説明変数とし、前記参照データを目的変数としたPLS回帰分析を用いて得られた検量モデルであることを特徴とする。

【0009】

第3発明に係る生体情報演算システムは、第1発明において、前記ユーザの特徴を示す付加情報を取得し、前記評価結果及び前記付加情報に基づき、前記ユーザの運動能力を評価した総合評価結果を生成する総合評価手段を備えることを特徴とする。

【0010】

第4発明に係る生体情報演算システムは、第3発明において、前記取得手段は、前記脈波に基づき、前記評価データとは異なる特徴を示す付加データを取得することを含み、前記生成手段は、前記付加データに基づく前記付加情報を生成することを含むことを特徴とする。

【0011】

第5発明に係る生体情報演算システムは、第3発明又は第4発明において、前記付加情報は、ストレスレベル、脈拍数、呼吸数、血糖値、血圧、血中二酸化炭素の特徴、及び運動量の少なくとも何れかを示すことを特徴とする。

【0012】

第6発明に係る生体情報演算システムは、第1発明において、前記取得手段は、前記脈波に基づき、前記評価データとは異なる特徴を示す付加データを取得することを含み、前記

10

20

30

40

50

生成手段は、前記データベースを参照し、前記付加データに対する前記ユーザの特徴を示す付加情報を生成することを含むことを特徴とする。

【0013】

第7発明に係る生体情報演算システムは、第1発明において、前記生成手段は、前記ユーザの特徴を示す付加情報を取得し、複数の前記評価データ及び前記付加情報に基づき、前記評価結果を生成することを含むことを特徴とする。

【0014】

第8発明に係る生体情報演算システムは、第1発明において、前記取得手段は、前記脈波に基づき、前記評価データとは異なる予備評価データを取得することを含み、前記分類情報は、それぞれ異なる前記学習用データを用いて算出された複数の属性別分類情報を含み、前記生成手段は、前記予備評価データを参照し、複数の前記属性別分類情報のうち第1分類情報を選択する選択手段と、前記第1分類情報を参照し、前記評価データに対する前記評価結果を生成する属性別生成手段とを含むことを特徴とする。

10

【0015】

第9発明に係る生体情報演算システムは、第8発明において、前記取得手段は、前記脈波に基づく速度脈波に相当するデータを、前記評価データとして取得し、前記脈波に基づく加速度脈波に相当するデータを、前記予備評価データとして取得することを含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

第1発明～第9発明によれば、生成手段は、データベースを参照し、評価データに対する血中乳酸値を含む評価結果を生成する。このため、血中乳酸値が直接影響する脈波に基づき取得された評価データから、評価結果を生成することができる。これにより、ユーザの血中乳酸値を、高精度に生成することが可能となる。

20

【0017】

また、第1発明～第9発明によれば、生成手段は、データベースを参照し、評価データに対する評価結果を生成する。また、データベースには、複数の学習用データを用いて生成された分類情報が記憶される。このため、評価結果を生成する際、過去に実績のあるデータを踏まえた定量的な血中乳酸値を含ませることができる。これにより、評価結果を生成する際の精度向上を図ることが可能となる。

30

【0018】

特に、第2発明によれば、分類情報は、入力データを説明変数とし、参照データを目的変数としたPLS回帰分析を用いて得られた検量モデルである。このため、機械学習等を用いて分類情報を算出する場合に比べて、学習用データの数を大幅に減らすことができるとともに、検量モデルの更新を容易に実施することができる。これにより、生体情報演算システムの構築及び更新の容易化を図ることが可能となる。

【0019】

特に、第3発明によれば、総合評価手段は、評価結果及び付加情報に基づき、ユーザの運動能力を評価した総合評価結果を生成する。このため、評価結果に加えて、ユーザの特徴を考慮した総合的な評価を実現することができる。これにより、ユーザの運動能力に関する情報を、高精度に生成することが可能となる。

40

【0020】

特に、第4発明によれば、取得手段は、脈波に基づき、評価データとは異なる特徴を示す付加データを取得する。また、生成手段は、付加データに基づく付加情報を生成する。即ち、1つの脈波に基づき生成された評価結果及び付加情報から、総合評価結果が生成される。このため、同一のパラメータに基づく複数種類の情報を用いることで、多角的な観点を踏まえた総合的な評価を実現することができる。これにより、ユーザの運動能力に関する情報を、さらに高精度に生成することが可能となる。

【0021】

特に、第5発明によれば、付加情報は、ストレスレベル、脈拍数、呼吸数、血糖値、血圧

50

、血中二酸化炭素の特徴、及び運動量の少なくとも何れかを示す。このため、ユーザの運動能力に相関のあるパラメータを利用し、多角的な観点を踏まえた総合的な評価を実現することができる。これにより、ユーザの運動能力に関する情報を、さらに高精度に生成することが可能となる。

【0022】

特に、第6発明によれば、生成手段は、データベースを参照し、付加データに対するユーザの特徴を示す付加情報を生成する。このため、評価結果とは異なる観点により生成された付加情報を利用することができ、多角的な評価を実現することができる。これにより、ユーザの要求に応じた適切な評価を実現することが可能となる。

【0023】

特に、第7発明によれば、評価手段は、付加情報を取得し、複数の評価データ及び付加情報に基づき、評価結果を生成することを含む。このため、複数の評価データに加えて、ユーザの特徴を考慮した多角的な評価結果を生成することができる。これにより、ユーザの血中乳酸値を、さらに高精度に生成することが可能となる。

【0024】

特に、第8発明によれば、生成手段は、予備評価データを参照し、第1分類情報を選択する選択手段と、第1分類情報を参照し、評価データに対する評価結果を生成する属性別生成情報とを含む。このため、脈波の特徴に対して最適な属性分類情報を選択した上で、評価データに対する評価結果を生成することができる。これにより、評価精度のさらなる向上を図ることが可能となる。

【0025】

特に、第9発明によれば、取得手段は、脈波に基づく速度脈波に相当するデータを、評価データとして取得し、脈波に基づく加速度脈波に相当するデータを、予備評価データとして取得する。このため、速度脈波に比べて、脈波の特徴を分類し易い加速度脈波を用いて、属性分類情報を選択することができる。また、加速度脈波に比べて、血中乳酸値を算出し易い速度脈波を用いて、評価結果を生成することができる。これにより、評価精度のさらなる向上を図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】図1は、第1実施形態における生体情報演算システムの一例を示す模式図である。 30

【図2】図2(a)及び図2(b)は、第1実施形態における生体情報演算システムの動作の一例を示す模式図である。

【図3】図3(a)は、分類情報の一例を示す模式図であり、図3(b)及び図3(c)は、センサデータに対する処理の一例を示す模式図である。

【図4】図4(a)は、生体情報演算装置の構成の一例を示す模式図であり、図4(b)は、生体情報演算装置の機能の一例を示す模式図である。

【図5】図5(a)及び図5(b)は、センサの一例を示す模式図である。

【図6】図6は、第1実施形態における生体情報演算システムの動作の一例を示すフローチャートである。

【図7】図7は、第2実施形態における生体情報演算システムの動作の一例を示す模式図である。 40

【図8】図8は、第3実施形態における生体情報演算システムの動作の一例を示す模式図である。

【図9】図9(a)及び図9(b)は、センサデータに対する付加情報を算出する処理の一例を示す模式図である。

【図10】図10は、第3実施形態における生体情報演算システムの動作の変形例を示す模式図である。

【図11】図11は、第4実施形態における生体情報演算システムの動作の一例を示す模式図である。

【図12】図12は、第5実施形態における生体情報演算システムの動作の一例を示す模 50

式図である。

【図 1 3】図 1 3 は、加速度脈波に相当するデータの分類例を示す模式図である。

【図 1 4】図 1 4 は、速度脈波に相当するデータの分類例を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の実施形態における生体情報演算システムの一例について、図面を参照しながら説明する。

【0028】

(第 1 実施形態：生体情報演算システム 100)

図 1 は、第 1 実施形態における生体情報演算システム 100 の一例を示す模式図である。 10

【0029】

生体情報演算システム 100 は、ユーザの血中乳酸値を生成するために用いられる。ユーザの血中乳酸値は、例えばユーザの血中に含まれる乳酸の濃度、血中乳酸量の傾向、及び特定の基準値に対する乖離度等を示す。

【0030】

生体情報演算システム 100 は、例えば図 1 に示すように、生体情報演算装置 1 を備え、例えばセンサ 5 及びサーバ 4 の少なくとも何れかを備えてもよい。生体情報演算装置 1 は、例えば通信網 3 を介してセンサ 5 やサーバ 4 と接続される。

【0031】

生体情報演算システム 100 は、ユーザの脈波に基づく評価データから、血中乳酸値を含む評価結果を生成する。 20

【0032】

生体情報演算システム 100 では、例えば図 2 (a) に示すように、生体情報演算装置 1 が、センサ 5 等により生成されたセンサデータを取得する。その後、生体情報演算装置 1 は、取得したセンサデータに対し、フィルタ処理等の前処理を実施し、評価データを取得する。

【0033】

生体情報演算装置 1 は、評価データに対する評価結果を生成する。このため、血中乳酸値の特徴が直接影響する脈波に基づき取得された評価データから、評価結果を生成することができる。これにより、ユーザの血中乳酸値を、高精度に生成することが可能となる。 30

【0034】

ここで、生体情報演算装置 1 は、評価データに対する評価結果を生成する際、データベースを参照する。データベースには、複数の学習用データを用いて生成された分類情報が記憶される。

【0035】

分類情報は、例えば図 3 (a) に示すように、過去に取得された学習用脈波に基づく入力データ、及び入力データに基づく血中乳酸値を含む参照データの一対を学習用データとして、複数の学習用データを用いて生成される。このため、評価結果を生成する際、過去に実績のある入力データ及び出力データを踏まえた定量的な血中乳酸値を含ませることができる。これにより、評価結果を生成する際の精度向上を図ることが可能となる。 40

【0036】

生体情報演算装置 1 は、例えば生成した評価結果をディスプレイ等に出力する。評価結果には、血中乳酸値が含まれる。

【0037】

なお、生体情報演算システム 100 では、例えば図 2 (b) に示すように、センサ 5 等から評価データを取得してもよい。この場合、センサデータから評価データを取得する前処理は、センサ 5 等により実施される。

【0038】

<センサデータ>

センサデータは、ユーザの脈波の特徴を示すデータを含み、例えば脈波以外の特徴を示す 50

データ（ノイズ）を含んでもよい。センサデータは、測定時間に対する振幅を示すデータであり、用途やセンサデータの生成条件に応じたフィルタ処理を実施することで、センサデータから加速度脈波や速度脈波等に相当するデータを取得することができる。

【0039】

センサデータは、ひずみセンサ、ジャイロセンサ、光電容積脈波（PPG）センサ、圧力センサ等の公知のセンサにより生成することができる。センサデータは、デジタル信号のほか、例えばアナログ信号でもよい。なお、センサデータを生成する際の測定時間は、例えば脈波の1～20周期分の測定時間であり、センサデータの処理方法や、データ通信方法等の条件に応じて、任意に設定することができる。

【0040】

<評価データ>

評価データは、評価結果を生成するためのデータを示す。評価データは、例えばユーザの脈波に基づく加速度脈波に相当するデータを示し、特定の周期（例えば1周期）に対する振幅を示す。

【0041】

評価データは、センサデータを生体情報演算装置1等によって処理（前処理）を実施することで取得される。例えば図3（b）及び図3（c）に示すように、センサデータに対して複数の処理を実施することで、評価データを得ることができる。各処理の詳細については、後述する。

【0042】

<データベース>

データベースは、主に、評価データに対する評価結果を生成する際に用いられる。データベースには、1つ以上の分類情報が記憶されるほか、例えば分類情報の生成に用いられた複数の学習用データが記憶されてもよい。

【0043】

分類情報は、例えば予め取得された過去の評価データ（入力データ）と、血中乳酸値を含む参照データとの相関関係を示す関数である。分類情報は、例えば入力データを説明変数とし、参照データを目的変数として、回帰分析等により解析し、その解析結果に基づいて生成される検量モデルを示す。分類情報は、例えば検量モデルを定期的に更新することができるほか、ユーザの性別、年齢、運動内容等の属性情報に応じて生成してもよい。

【0044】

分類情報を生成する際に用いる回帰分析の方法として、例えばPLS（Partial Least Squares）回帰分析、クラス毎に主成分分析を行って主成分モデルを得るSIMCA（Soft Independent Modeling of Class Analogy）法を利用した回帰分析等を用いることができる。

【0045】

分類情報は、例えば複数の学習用データを用いた機械学習により生成された、学習済みモデルを含んでもよい。学習済みモデルは、例えばCNN（Convolutional Neural Network）等のニューラルネットワークモデルを示すほか、SVM（Support vector machine）等を示す。また、機械学習として、例えば深層学習を用いることができる。

【0046】

入力データは、評価データと同種のデータが用いられ、例えば対応する評価結果が明確となっている過去の評価データを示す。例えば、被検者にセンサ5等を装着させ、学習用脈波の特徴を示すセンサデータ（学習用センサデータ）を生成する。そして、学習用センサデータに対して処理を実施することで、入力データを取得することができる。なお、入力データは、生体情報演算システム100のユーザから取得するほか、例えばユーザとは別のユーザから取得してもよい。即ち、上述した被検者は、生体情報演算システム100のユーザであるほか、ユーザ以外を対象としてもよく、特定又は不特定の多数でもよい。

【0047】

入力データは、例えば評価データを取得する際に利用するセンサ5等の種類、センサデー

10

20

30

40

50

タの生成条件、及びセンサデータに対する処理条件と同様の内容によって取得されることが好ましい。例えば上記3つの内容を統一することで、評価結果を生成する際の精度を飛躍的に向上させることが可能となる。

【0048】

参照データは、計測装置等を用いて計測された、被検者の血中乳酸値を含む。例えば被検者にセンサ5等を装着させて学習用センサデータを生成する際、被検者の血中乳酸値を計測することで、入力データに紐づく参照データを取得することができる。この場合、血中乳酸値を計測するタイミングは、学習用センサデータを生成するタイミングと同時が好ましいが、例えば1～10分程度前後するタイミングでもよい。

【0049】

なお、「血中乳酸値」とは、計測可能な血液内の乳酸の濃度や比率等を示し、例えば血中乳酸量を示す。

【0050】

参照データは、公知の計測装置を用いて計測される。例えば血中乳酸値を計測する場合、計測装置として、ラクテート・プロ2（アークレイ株式会社製）等の公知の装置が用いられる。例えば酸素飽和度を計測する場合、計測装置として、PULSOX-Neo（コニカミノルタ株式会社製）等の公知の装置が用いられる。

【0051】

<評価結果>

評価結果は、参照データと同種のデータとして生成され、血中乳酸値を含む。評価結果は、分類情報を参照し、参照データと同一又は類似のデータとして生成される。

【0052】

生体情報演算システム100では、例えば任意の時系列に沿って複数の評価データを取得し、各評価データに対する評価結果を複数生成する。また、生体情報演算システム100では、例えば運動量の変化時等の任意のタイミング毎に複数の評価データを取得し、各評価データに対する評価結果を複数生成してもよい。この場合、例えば評価結果として、LT（Lactate Threshold：乳酸性作業閾値）、及びOBLA（Onset of Blood Lactate Accumulation：血中乳酸蓄積開始点）の少なくとも何れかが含まれてもよい。

【0053】

<生体情報演算装置1>

生体情報演算装置1は、例えばパーソナルコンピュータ（PC）、携帯電話、スマートフォン、タブレット型端末、ウェアラブル端末等の電子機器を示し、例えばユーザの操作に基づいて、通信網3を介して通信可能な電子機器を示す。なお、生体情報演算装置1は、センサ5を内蔵してもよい。以下、生体情報演算装置1として、PCが用いられる場合の一例を説明する。

【0054】

図4（a）は、生体情報演算装置1の構成の一例を示す模式図であり、図4（b）は、生体情報演算装置1の機能の一例を示す模式図である。

【0055】

生体情報演算装置1は、例えば図4（a）に示すように、筐体10と、CPU（Central Processing Unit）101と、ROM（Read Only Memory）102と、RAM（Random Access Memory）103と、保存部104と、I/F105～107とを備える。各構成101～107は、内部バス110により接続される。

【0056】

CPU101は、生体情報演算装置1全体を制御する。ROM102は、CPU101の動作コードを格納する。RAM103は、CPU101の動作時に使用される作業領域である。保存部104は、データベースや評価データ等の各種情報が記憶される。保存部104として、例えばHDD（Hard Disk Drive）のほか、SSD（Solid State Drive）等のデータ保存装置が用いられる。なお、例えば生体情報演算装置1は、図示しないGPU（Graphics Processing Unit）を有してもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 7 】

I / F 1 0 5 は、通信網 3 を介して、必要に応じてサーバ 4 やセンサ 5 等との各種情報の送受信を行うためのインターフェースである。I / F 1 0 6 は、入力部 1 0 8 との情報の送受信を行うためのインターフェースである。入力部 1 0 8 として、例えばキーボードが用いられ、生体情報演算装置 1 のユーザ等は、入力部 1 0 8 を介して、各種情報、又は生体情報演算装置 1 の制御コマンド等を入力する。I / F 1 0 7 は、表示部 1 0 9 との各種情報の送受信を行うためのインターフェースである。表示部 1 0 9 は、保存部 1 0 4 に保存された各種情報、又は評価結果等を表示する。表示部 1 0 9 として、ディスプレイが用いられ、例えばタッチパネル式の場合、入力部 1 0 8 と一体に設けられる。

## 【 0 0 5 8 】

図 4 ( b ) は、生体情報演算装置 1 の機能の一例を示す模式図である。生体情報演算装置 1 は、取得部 1 1 と、生成部 1 2 と、出力部 1 3 と、記憶部 1 4 とを備え、例えば学習部 1 5 を備えてもよい。なお、図 4 ( b ) に示した各機能は、CPU 1 0 1 が、RAM 1 0 3 を作業領域として、保存部 1 0 4 等に記憶されたプログラムを実行することにより実現される。

## 【 0 0 5 9 】

< 取得部 1 1 >

取得部 1 1 は、ユーザの脈波に基づく評価データを取得する。取得部 1 1 は、例えばセンサ 5 等からセンサデータを取得したあと、センサデータに対して処理を実施することで、評価データを取得する。

## 【 0 0 6 0 】

取得部 1 1 は、例えば図 3 ( b ) に示すように、取得したセンサデータに対し、フィルタリング処理（フィルタ処理）を実施する。フィルタ処理では、例えば 0 . 5 ~ 5 . 0 H z のバンドパスフィルタが用いられる。これにより、取得部 1 1 は、ユーザの脈波に相当するデータ（脈波データ）を抽出する。脈波データは、例えば速度脈波に相当するデータを示す。なお、脈波データは、例えば加速度脈波又は容積脈波に相当するデータを示してもよく、センサの種類や用途に応じて任意に設定できる。また、バンドパスフィルタのフィルタ範囲は、用途に応じて任意に設定することができる。

## 【 0 0 6 1 】

取得部 1 1 は、例えば脈波データに対し、微分処理を実施する。例えば速度脈波に相当する脈波データに対して微分処理が実施される場合、取得部 1 1 は、加速度脈波に相当するデータ（微分データ）を取得する。なお、微分処理では、1 回微分のほか 2 回微分が実施されてもよい。

## 【 0 0 6 2 】

取得部 1 1 は、例えば微分データに対し、分割処理を実施する。分割処理では、例えば複数周期の加速度脈波に相当する微分データが、1 周期毎の加速度脈波に相当するデータ（分割データ）に分割される。このため、取得部 1 1 は、例えば 1 つの微分データに対して微分処理を実施することで、複数の分割データを取得することができる。なお、分割処理では、用途に応じて任意の周期（例えば周期の正数倍）毎に、微分データを分割することができる。

## 【 0 0 6 3 】

例えば分割処理において、分割した各分割データにおけるデータ量が、それぞれ異なる場合がある。この場合、取得部 1 1 は、最も少ないデータ量の分割データを特定し、他の分割データに対して、データ量の削減（トリミング）を実施してもよい。これにより、各分割データにおけるデータ量を統一することができ、各分割データにおけるデータの対比が容易になる。

## 【 0 0 6 4 】

上記のほか、例えば分割データの時間軸に対応する値を対象に規格化処理を実施してもよい。規格化処理では、例えば時間軸に対応する値の最小値を 0 とし、最大値を 1 とした規格化が実施される。これにより、各分割データにおけるデータの対比が容易になる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 5 】

取得部 1 1 は、例えばデータ量の削減、又は規格化を実施した複数の分割データにおける平均を算出し、分割データとしてもよい。

## 【 0 0 6 6 】

取得部 1 1 は、分割データに対し、規格化処理を実施する。規格化処理では、振幅に対応する値を対象に、規格化されたデータ（規格化データ）が生成される。規格化処理では、例えば振幅の最低値を 0 とし、振幅の最高値を 1 とした規格化が実施される。取得部 1 1 は、例えば規格化データを評価データとして取得する。この場合、評価データとして、ユーザの加速度脈波に相当するデータが得られる。

## 【 0 0 6 7 】

取得部 1 1 は、上述した各処理を順次実施するほか、例えば図 3（c）に示すように、微分処理を実施しなくてもよい。この場合、評価データとして、ユーザの速度脈波に相当するデータが得られる。

## 【 0 0 6 8 】

また、取得部 1 1 は、例えば上述した各処理の一部のみを実施してもよい。この場合、取得部 1 1 は、脈波データ、微分データ、分割データ、トリミングされた分割データ、及び時間軸に対応する値を規格化した分割データの何れかを、評価データとして取得してもよく、用途に応じて任意に設定できる。

## 【 0 0 6 9 】

なお、取得部 1 1 は、例えば入力部 1 0 8 等を介してユーザが入力した、ユーザの特徴、運動内容、競技種目等のような評価対象の情報を取得し、評価データに含ませてもよい。評価対象の情報は、例えば評価結果を生成する際に利用してもよい。

## 【 0 0 7 0 】

## &lt; 生成部 1 2 &gt;

生成部 1 2 は、データベースを参照し、評価データに対する評価結果を生成する。生成部 1 2 は、例えばデータベースに記憶された分類情報を参照し、評価データに対する血中乳酸値を算出し、評価結果として生成する。生成部 1 2 は、それぞれ異なる評価データに対する評価結果を、複数生成する。

## 【 0 0 7 1 】

## &lt; 出力部 1 3 &gt;

出力部 1 3 は、評価結果を出力する。出力部 1 3 は、表示部 1 0 9 に評価結果を出力するほか、例えばセンサ 5 等に評価結果を出力してもよい。

## 【 0 0 7 2 】

## &lt; 記憶部 1 4 &gt;

記憶部 1 4 は、保存部 1 0 4 に保存されたデータベース等の各種データを、必要に応じて取出す。記憶部 1 4 は、各構成 1 1 ~ 1 3、1 5 により取得又は生成された各種データを、必要に応じて保存部 1 0 4 に保存する。

## 【 0 0 7 3 】

## &lt; 学習部 1 5 &gt;

学習部 1 5 は、例えば複数の学習用データを用いて、分類情報を生成する。学習部 1 5 は、例えば新たな学習用データを取得し、既存の分類情報を更新してもよい。

## 【 0 0 7 4 】

## &lt; 通信網 3 &gt;

通信網 3 は、生体情報演算装置 1 と、サーバ 4 と、センサ 5 とを通信回線を介して接続される公知のインターネット網等である。通信網 3 は、生体情報演算システム 1 0 0 を一定の狭いエリア内で運用する場合には、LAN（Local Area Network）等で構成されてもよい。また、通信網 3 は、いわゆる光ファイバ通信網で構成されてもよい。また、通信網 3 は、有線通信網に限定されるものではなく、無線通信網で実現されてもよく、用途に応じて任意に設定できる。

## 【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

50

サーバ 4 は、通信網 3 を介して送られてきた情報が蓄積される。サーバ 4 は、生体情報演算装置 1 からの要求に基づき、通信網 3 を介して蓄積された情報を生体情報演算装置 1 へと送信する。

【 0 0 7 6 】

< センサ 5 >

センサ 5 は、センサデータを生成する。センサ 5 は、例えば図 5 ( a ) に示すように、検出部 6 を備える。センサ 5 は、検出部 6 を介してユーザの脈波を検出可能な位置に装着され、例えばリストバンド 5 5 に固定される。

【 0 0 7 7 】

検出部 6 は、ユーザの脈波を検出可能な公知の検出装置が用いられる。検出部 6 として、例えばファイバブラッググレーティング ( F B G ) センサ等のひずみセンサ、ジャイロセンサ、脈波信号測定のための 1 つ以上の電極、光電容積脈波 ( P P G ) センサ、圧力センサ、及び光検出モジュールの少なくとも何れかが用いられる。検出部 6 は、例えば複数配置されてもよい。

【 0 0 7 8 】

なお、センサ 5 は、衣服に埋め込まれてもよい。また、センサ 5 を装着するユーザは、人間のほか、犬や猫等のペットを対象としてもよく、例えば牛や豚等の家畜、魚等の養殖を対象としてもよい。

【 0 0 7 9 】

センサ 5 は、例えば図 5 ( b ) に示すように、取得部 5 0 と、通信 I / F 5 1 と、メモリ 5 2 と、司令部 5 3 とを備え、各構成がそれぞれ内部バス 5 4 で接続される。

【 0 0 8 0 】

取得部 5 0 は、検出部 6 を介してユーザの脈波を測定し、センサデータを生成する。取得部 5 0 は、例えば生成したセンサデータを、通信 I / F 5 1、又はメモリ 5 2 へと送信する。

【 0 0 8 1 】

通信 I / F 5 1 は、通信網 3 を介して、センサデータ等の各種データを生体情報演算装置 1 やサーバ 4 に送信する。また、通信 I / F 5 1 は、通信網 3 と接続するための回線制御回路や、生体情報演算装置 1 やサーバ 4 との間でデータ通信を行うための信号変換回路等が、実装されている。通信 I / F 5 1 は、内部バス 5 4 からの各種命令に変換処理を施して、これを通信網 3 側へ送出するとともに、通信網 3 からのデータを受信した場合には、これに所定の変換処理を施して内部バス 5 4 へ送信する。

【 0 0 8 2 】

メモリ 5 2 は、取得部 5 0 から送信されたセンサデータ等の各種データを保存する。メモリ 5 2 は、例えば通信網 3 を介して接続される他の端末装置から命令を受けることにより、保存したセンサデータ等の各種データを、通信 I / F 5 1 へ送信する。

【 0 0 8 3 】

司令部 5 3 は、センサデータを取得するための操作ボタンやキーボード等を含み、例えば C P U 等のプロセッサを含む。司令部 5 3 は、センサデータの取得の命令を受け付けた場合に、これを取得部 5 0 に通知する。この通知を受けた取得部 5 0 は、センサデータを取得する。なお、司令部 5 3 は、例えば図 3 ( b ) 及び図 3 ( c ) に示すように、センサデータから評価データを取得するための処理を実施してもよい。

【 0 0 8 4 】

ここで、センサデータを取得する一例として、F B G センサを用いる場合を説明する。

【 0 0 8 5 】

F B G センサは、1本の光ファイバ内に所定間隔をあけて回折格子構造を形成したである。F B G センサは、例えばセンサ部分の長さが 1 0 m m、波長分解能が  $\pm 0.1$  p m、波長範囲が  $1550 \pm 0.5$  n m、ファイバの直径が  $145 \mu$  m、コア径  $10.5 \mu$  m である特徴を持つ。F B G センサを上述した検出部 6 として、ユーザの皮膚に接触させた状態で測定をすることができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 6 】

例えば光ファイバに用いる光源として、波長範囲 1 5 2 5 ~ 1 5 7 0 n m の A S E ( Amplified Spontaneous Emission ) 光源が用いられる。光源からの出射光は、サーキュレータを介して F B G センサに入射させる。F B G センサからの反射光は、サーキュレータを介してマッハツェンダー干渉計に導き、マッハツェンダー干渉計からの出力光を、光検出器によって検知する。マッハツェンダー干渉計は、ビームスプリッタにより光路差のある 2 つの光路に分離し、再びビームスプリッタにより一つに重ね合わせて干渉光を作り出すためのものである。光路差をつけるため、例えば一方の光ファイバの長さを長くしてもよい。コヒーレント光は、光路差に応じて干渉縞が生じるため、干渉縞のパターンを測定することによって、F B G センサに生じた歪の変化、すなわち脈波を検知することができる。取得部 5 0 は、検知された脈波に基づき、センサデータを生成する。これにより、センサデータが取得される。

10

## 【 0 0 8 7 】

なお、F B G センサの歪み量を検出して、脈波の波形を検出する光ファイバセンサシステムは、F B G センサに入射させる光源の他に、広い帯域の A S E 光源、サーキュレータ、マッハツェンダー干渉計、ビームスプリッタといった光学系や、光検出器が備える受光センサや、波長シフト量を解析する解析方法を含む。光ファイバセンサシステムは、使用する F B G センサの特性に応じて光源や帯域光を選択して使用することができ、検波方法等の解析方法についても種々の方法を採用することができる。

## 【 0 0 8 8 】

( 第 1 実施形態：生体情報演算システム 1 0 0 の動作 )

次に、本実施形態における生体情報演算システム 1 0 0 の動作の一例について説明する。図 6 は、本実施形態における生体情報演算システム 1 0 0 の動作の一例を示すフローチャートである。

20

## 【 0 0 8 9 】

生体情報演算システム 1 0 0 は、例えば生体情報演算装置 1 内にインストールされた生体情報演算プログラムを介して実行する。即ち、ユーザは、生体情報演算装置 1、又はセンサ 5 を操作し、生体情報演算装置 1 にインストールされている生体情報演算プログラムを通じて、センサデータからユーザの血中乳酸値を示した評価結果を取得することができる。

## 【 0 0 9 0 】

生体情報演算システム 1 0 0 の動作は、取得ステップ S 1 1 0 と、生成ステップ S 1 2 0 と、を備え、例えば出力ステップ S 1 3 0 を備えてもよい。

30

## 【 0 0 9 1 】

< 取得ステップ S 1 1 0 >

取得ステップ S 1 1 0 は、ユーザの脈波に基づく評価データを取得する。例えばセンサ 5 の取得部 5 0 は、検出部 6 を介してユーザの脈波を測定し、センサデータを生成する。取得部 5 0 は、通信 I / F 5 1、及び通信網 3 を介して、センサデータを生体情報演算装置 1 へ送信する。生体情報演算装置 1 の取得部 1 1 は、センサ 5 からセンサデータを受信する。

## 【 0 0 9 2 】

取得部 1 1 は、例えば図 3 ( b ) に示した処理を、センサデータに対して実施し、評価データを取得する。取得部 1 1 は、例えば記憶部 1 4 を介して、取得した評価データを保存部 1 0 4 に保存する。なお、取得部 1 1 がセンサ 5 からセンサデータを取得する頻度等の条件は、用途に応じて任意に設定することができる。例えば取得部 1 1 は、予め設定された周期で評価データを取得する。この場合、評価結果を生成する際の演算処理を簡素化できるため、処理速度の向上を図ることが可能となる。

40

## 【 0 0 9 3 】

< 生成ステップ S 1 2 0 >

次に、生成ステップ S 1 2 0 は、データベースを参照し、評価データに対する血中乳酸値を含む評価結果を生成する。例えば生成部 1 2 は、分類情報を参照し、評価データに対す

50

る血中乳酸値を算出する。生成部 1 2 は、算出した値を含む評価結果を生成する。生成部 1 2 は、例えば記憶部 1 4 を介して、生成した評価結果を保存部 1 0 4 に保存する。なお、血中乳酸値として、特定の値を示すほか、例えば誤差範囲（例えば「 $\pm 2 \text{ mmol/L}$ 」等）が算出されてもよい。

【 0 0 9 4 】

< 出力ステップ S 1 3 0 >

次に、例えば出力ステップ S 1 3 0 は、評価結果を出力してもよい。例えば出力部 1 3 は、表示部 1 0 9 に評価結果を出力する。

【 0 0 9 5 】

これにより、生体情報演算システム 1 0 0 の動作が終了する。なお、各ステップを実施する頻度や順番は、用途に応じて任意に設定できる。

10

【 0 0 9 6 】

本実施形態によれば、生成部 1 2 は、評価データに対する血中乳酸値を含む評価結果を生成する。このため、評価データを用いることで、例えば脈波に基づく振幅のピーク形状や相対強度等を用いて血中乳酸値を特定できるため、特定の数値のみを示す脈拍数を用いて血中乳酸値を特定する場合に比べて特徴が多く、また、血中乳酸値が直接影響する脈波に基づき取得された評価データから、評価結果を生成することができる。これにより、ユーザの血中乳酸値を、高精度に生成することが可能となる。

【 0 0 9 7 】

また、本実施形態によれば、生成部 1 2 は、データベースを参照し、評価データに対する評価結果を生成する。また、データベースには、複数の学習用データを用いて算出された分類情報が記憶される。このため、評価結果を生成する際、過去に実績のあるデータを踏まえた定量的な血中乳酸値を含ませることができる。これにより、評価結果を生成する際の精度向上を図ることが可能となる。

20

【 0 0 9 8 】

また、本実施形態によれば、分類情報は、入力データを説明変数とし、参照データを目的変数とした PLS 回帰分析を用いて得られた検量モデルである。このため、機械学習等を用いて分類情報を算出する場合に比べて、学習用データの数を大幅に減らすことができるとともに、検量モデルの更新を容易に実施することができる。これにより、生体情報演算システム 1 0 0 の構築及び更新の容易化を図ることが可能となる。

30

【 0 0 9 9 】

（第 2 実施形態：生体情報演算システム 1 0 0）

次に、第 2 実施形態における生体情報演算システム 1 0 0 の一例について説明する。上述した実施形態と、第 2 実施形態との違いは、付加情報を用いる点、及び、総合評価ステップ S 1 4 0 を備える点である。なお、上述した実施形態と同様の内容については、説明を省略する。

【 0 1 0 0 】

本実施形態における生体情報演算システム 1 0 0 では、例えば上述した生成ステップ S 1 2 0 のあとに、総合評価ステップ S 1 4 0 が実施され、総合評価ステップ S 1 4 0 のあとに出力ステップ S 1 3 0 が実施される。

40

【 0 1 0 1 】

総合評価ステップ S 1 4 0 は、例えば図 7 に示すように、付加情報を取得し、評価結果及び付加情報に基づき、総合評価結果を生成する。総合評価ステップ S 1 4 0 は、例えば生体情報演算装置 1 に含まれる総合評価部によって実行することができる。

【 0 1 0 2 】

付加情報は、ユーザの特徴を示し、例えばユーザのストレスレベル、脈拍数、呼吸数、血糖値、血圧、血中二酸化炭素の特徴、及び運動量の少なくとも何れかを含む。

【 0 1 0 3 】

運動量は、例えば運動中のユーザに取り付けられた加速度センサから取得した加速度に基づいて、取得してもよい。また、運動量は、例えば 3 軸加速度センサを用いると x y z 各

50

軸についての加速度値が求められるため、3つの加速度値から1つの加速度を求める処理や、当該処理に付随してノイズ低減処理、移動平均を求める処理等を行ってもよく、またそれらの処理後の情報を取得してもよい。

【0104】

付加情報として、例えば公知の計測方法を用いて計測されたデータが用いられ、データ形式は任意である。また、付加情報を取得するタイミングは、脈波を測定するタイミングと同時のほか、用途に応じて任意のタイミングでもよい。

【0105】

付加情報は、例えばユーザの性別や年齢等の属性情報を含むほか、ユーザが行っている運動内容、競技種目等のような評価時における運動に関する情報を含んでもよい。付加情報は、例えば入力部108等を介してユーザが入力し、総合取得部等によって取得される。

10

【0106】

総合評価結果は、ユーザの運動能力を評価した結果を示す。総合評価結果として、「運動能力が高い」、「運動能力が低い」等のユーザ毎の運動能力の度合いを示す文字列が用いられるほか、例えば任意の基準値との差分や、偏差値等の数値が用いられてもよい。

【0107】

総合評価結果は、ユーザの運動能力の傾向を数値化した情報が含まれ、例えば無酸素性作業閾値等のようなユーザ毎に異なる閾値が含まれてもよい。総合評価結果には、例えば「有酸素性運動中」、「無酸素性運動中」等のような、ユーザの運動能力の傾向に対する評価を示す情報が含まれてもよい。また、総合評価結果として、LT、及びOBLAの少なくとも何れかが含まれてもよい。

20

【0108】

総合評価ステップS140において、例えば総合評価部は、予め設定された閾値を参照し、評価結果及び付加情報を閾値と比較した結果を総合評価結果として生成する。例えば、総合評価部は、評価結果及び付加情報が閾値よりも低い場合、運動能力が高いことを示す総合評価結果を生成し、評価結果及び付加情報が閾値よりも高い場合、運動能力が低いことを示す総合評価結果を生成する。

【0109】

総合評価部は、例えば予め保存部104等に保存された、ユーザが認識可能なデータ形式を参照し、総合評価結果を生成する。総合評価部は、例えば後処理用データベースを参照し、評価結果及び付加情報に対して適した総合評価結果を生成してもよい。

30

【0110】

後処理用データベースには、例えば上述したデータベースと同様に、評価結果及び付加情報に対する総合評価結果を生成するための後処理用分類情報が記憶されてもよい。後処理用データベースには、1つ以上の後処理用分類情報が記憶されるほか、例えば後処理用分類情報の生成に用いられた複数の後処理用学習データが記憶されてもよい。

【0111】

後処理用分類情報は、例えば予め取得された過去の評価結果及び付加情報（後処理用入力データ）と、後処理用入力データに紐づく後処理用参照データとの相関関係を示す関数である。後処理用参照データは、ユーザの運動能力の評価結果を示す。後処理用分類情報は、後処理用入力データと、後処理用参照データとを一对の後処理用学習データとして、複数の後処理用学習データを用いて生成される。

40

【0112】

後処理用分類情報は、例えば後処理用入力データを説明変数とし、後処理用参照データを目的変数とし、上述した回帰分析等により解析し、その解析結果に基づいて生成される検量モデルを示す。後処理用分類情報は、例えば検量モデル（後処理用検量モデル）を定期的に更新することができるほか、例えば付加情報別に生成してもよい。なお、後処理用分類情報は、上述した分類情報と同様に、例えば複数の後処理用学習データを用いた機械学習により生成された、学習済みモデル（後処理用学習済みモデル）を含んでもよい。

【0113】

50

本実施形態によれば、上述した実施形態の効果に加え、総合評価部は、評価結果及び付加情報に基づき、ユーザの運動能力を評価した総合評価結果を生成する。このため、評価結果に加えて、ユーザの特徴を考慮した総合的な評価を実現することができる。これにより、ユーザの運動能力に関する情報を、さらに高精度に生成することが可能となる。

#### 【0114】

(第3実施形態：生体情報演算システム100)

次に、第3実施形態における生体情報演算システム100の一例について説明する。上述した実施形態と、第3実施形態との違いは、付加情報を生成するための付加データを取得する点である。なお、上述した実施形態と同様の内容については、説明を省略する。

#### 【0115】

本実施形態における生体情報演算システム100では、取得ステップS110は、付加データを取得することを含む。また、本実施形態における生体情報演算システム100では、生成ステップS120は、付加データに基づく付加情報を生成することを含む。

#### 【0116】

本実施形態における生体情報演算装置1は、例えば図8に示すように、脈波に基づき生成された1つセンサデータに対し、2種類の処理を実施する。これにより、例えば取得部11は、同一の脈波に基づき、評価データと、評価データとは異なる特徴を示す付加データを取得する。なお、付加データは、複数取得されてもよい。

#### 【0117】

例えば生成部12は、付加データに基づく付加情報を生成する。本実施形態では、付加情報として、例えば脈拍数及び呼吸数の少なくとも何れかを算出することができる。この場合、例えば図9(a)及び図9(b)に示すように、取得ステップS110において実施される前処理の内容、及び生成ステップS120において参照されるデータベースの内容が異なる場合がある。以下、脈拍数及び呼吸数を付加情報として算出する例を説明する。

#### 【0118】

<脈拍数の算出>

例えば脈拍数を算出する場合、図9(a)に示すように、取得部11は、上述したフィルタ処理をセンサデータに対して実施し、脈波データを抽出する。

#### 【0119】

そして、取得部11は、脈波データに対し、ピーク位置算出処理を実施する。ピーク位置算出処理では、脈波データに含まれる複数のピーク(振幅の最大値)を検出し、サンプリングされた順番(測定開始からの時間に相当)を特定する。これにより、取得部11は、脈波データに含まれるピーク位置データを取得する。

#### 【0120】

その後、取得部11は、ピーク位置データに対し、ピーク間隔平均算出処理を実施する。ピーク間隔平均算出処理は、ピーク位置データに含まれるピークの間隔(隣接するピークがサンプリングされた順番の差分)を算出し、例えばピーク間隔の平均値を算出する。その後、取得部11は、ピーク間隔又はピーク間隔の平均値に対し、センサデータのサンプリングレートで割り、秒数に相当するピーク間隔を示すデータを、付加データとして取得する。

#### 【0121】

その後、生成部12は、データベースを参照し、付加データに対する脈拍数を算出する。この際、生成部12は、データベースに記憶された脈拍数用分類情報を参照する。脈拍数用分類情報は、例えば60[秒]をピーク間隔で割る関数を示す。このため、生成部12は、例えば付加データ(ピーク間隔=0.85[秒])に対する脈拍数(=71[bpm])を算出することができる。これにより、生成部12は、脈拍数を含む付加情報を生成することができる。

#### 【0122】

<呼吸数の算出>

例えば呼吸数を算出する場合、図9(b)に示すように、取得部11は、上述したフィル

10

20

30

40

50

タ処理をセンサデータに対して実施し、脈波データを抽出する。

【0123】

その後、取得部11は、脈波データに対し、フーリエ変換処理を実施する。フーリエ変換処理では、例えばサンプリング時間対振幅を示す脈波データが、周波数対強度を示す周波数データに変換される。これにより、取得部11は、脈波データに対する周波数データを取得する。

【0124】

その後、取得部11は、周波数データに対し、最大周波数検出処理を実施する。最大周波数検出処理では、周波数データのうち、0.15～0.35 Hzの間における最大強度の周波数が特定される。これにより、取得部11は、特定された周波数の値を、付加データ

10

【0125】

その後、生成部12は、データベースを参照し、付加データに対する呼吸数を算出する。この際、生成部12は、データベースに記憶された呼吸数用分類情報を参照する。呼吸数用分類情報は、例えば特定された周波数に60[秒]をかける関数を示す。このため、生成部12は、例えば付加データ(特定された周波数=0.225 Hz)に対する呼吸数(=13.5 [bpm])を算出することができる。これにより、生成部12は、例えば呼吸数を含む付加情報を生成することができる。

【0126】

このように、生体情報演算装置1では、付加情報に含ませる生体情報の内容に応じて、センサデータに対する前処理を設定し、参照するデータベースの内容を任意に設定することができる。

20

【0127】

なお、生体情報として、上述した脈拍数、呼吸数のほか、例えば血糖値、血圧、血管年齢、糖尿病の程度、血中二酸化炭素の特徴等のような、脈波に基づき算出可能な情報を用いることができる。なお、「血中二酸化炭素の特徴」とは、血液に含まれる二酸化炭素の程度を示す。血中二酸化炭素の特徴として、例えば血中二酸化炭素分圧(PaCO<sub>2</sub>)の値が用いられるほか、血中二酸化炭素の溶存濃度や、血液に含まれる重炭酸・バイカーボネート(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)の濃度が用いられてもよく、状況に応じて血液のpHを考慮した値が用いられてもよい。

30

【0128】

また、算出する生体情報の内容に応じて、算出に用いる分類情報(予備分類情報)を予めデータベースに記憶させてもよい。この場合、上述した学習用脈波を示す予備入力データ、及び予備入力データに紐づく生体情報を含む予備参照データの一对を、予備学習用データとして複数準備する。そして、例えば学習部15は、複数の予備学習用データを用いて予備分類情報を生成し、データベースに記憶させる。

【0129】

なお、予備参照データに含まれる生体情報の取得は、例えば上述した参照データと同様に、必要な生体情報を計測するための計測装置を用いて、被検者を対象に計測することで取得できる。また、予備分類情報の学習方法は、上述した分類情報と同様の方法を用いることができる。

40

【0130】

本実施形態における生体情報演算システム100は、例えば図10に示すように、生成された付加情報を出力してもよい。この場合、評価結果とは異なる情報を参照して生成された付加情報を利用することができ、ユーザ等は多角的な判断を実施することができる。これにより、ユーザの要求に応じた適切な評価を容易に実現することが可能となる。

【0131】

本実施形態によれば、上述した実施形態の効果に加え、取得部11は、脈波に基づき、評価データとは異なる特徴を示す付加データを取得する。また、生成部12は、付加データに基づく付加情報を生成する。即ち、1つの脈波に基づき生成された評価結果及び付加情

50

報から、総合評価結果が生成される。このため、同一のパラメータに基づく複数種類の情報を用いることで、多角的な観点を踏まえた総合的な評価を実現することができる。これにより、ユーザの運動能力に関する情報を、さらに高精度に生成することが可能となる。

【0132】

(第4実施形態：生体情報演算システム100)

次に、第4実施形態における生体情報演算システム100の一例について説明する。上述した実施形態と、第4実施形態との違いは、生成ステップS120において上述した付加情報を取得する点である。なお、上述した実施形態と同様の内容については、説明を省略する。

【0133】

本実施形態における生体情報演算システム100では、例えば図11に示すように、生成ステップS120は、付加情報を取得し、評価データ、及び付加情報に基づき、評価結果を生成することを含む。

【0134】

付加情報は、上述した内容と同様であり、例えば入力部108等を介してユーザが入力し、生成部12等が取得する。

【0135】

生成部12は、例えば付加情報の内容に応じて、評価データに対する演算方法を決定してもよい。この場合、付加情報の種類毎に異なる関数等が、保存部104や評価用データベース内に記憶される。なお、生成部12は、例えば評価データと、付加情報とを組合わせた情報に基づき、評価結果を生成してもよい。

【0136】

本実施形態によれば、上述した実施形態の効果に加え、生成部12は、付加情報を取得し、評価データ、及び付加情報に基づき、評価結果を生成することを含む。このため、評価データに加えて、ユーザの特徴を考慮した多角的な評価結果を生成することができる。これにより、ユーザの運動能力に関する情報を、さらに高精度に生成することが可能となる。

【0137】

(第5実施形態：生体情報演算システム100)

次に、第5実施形態における生体情報演算システム100の一例について説明する。上述した実施形態と、第1実施形態との違いは、複数の分類情報から、評価データに適した分類情報を選択する点である。なお、上述した実施形態と同様の内容については、説明を省略する。

【0138】

本実施形態における生体情報演算装置1では、例えば図12に示すように、生成ステップS120が、選択ステップS121と、属性別生成ステップS122とを含む。

【0139】

選択ステップS121は、予備評価データを参照し、複数の属性別分類情報のうち特定の分類情報(例えば第1分類情報)を選択する。選択ステップS121は、例えば生成部12に含まれる選択部によって実行することができる。

【0140】

予備評価データは、評価データとは異なる特徴を示し、例えば上述した付加データと同様の特徴を示す。予備評価データは、例えば上述した付加データと同様に、付加情報を生成するため等に用いてもよい。

【0141】

属性別生成ステップS122は、生体情報演算装置1は、選択した第1分類情報を参照し、評価データに対する血中乳酸値を算出し、評価結果を生成する。属性別生成ステップS122は、例えば生成部12に含まれる属性別生成部によって実行することができる。

【0142】

複数の属性別分類情報は、それぞれ異なる学習用データを用いて算出される。例えば学習用データの入力データとして、被検者の加速度脈波に相当するデータが用いられる場合、

10

20

30

40

50

例えば図 1 3 のような 7 種類 ( A ~ G ) 毎に入力データを準備し、7 種類の属性分類情報を生成する。

【 0 1 4 3 】

このような複数の属性別分類情報がデータベースに記憶される場合、例えば取得部 1 1 は、ユーザの加速度脈波に相当する評価データ、及び予備評価データを取得する。そして、生成部 1 2 は、予備評価データを参照し、第 1 分類情報を選択する。その後、生成部 1 2 は、第 1 分類情報を参照し、評価データに対する評価結果を生成する。このため、各属性分類情報のうち、ユーザに最適な分類情報を選択することができる。

【 0 1 4 4 】

なお、例えば学習用データの入力データとして、被検者の速度脈波に相当するデータが用いられる場合、例えば図 1 4 のような 2 種類 ( グループ 1、グループ 2 ) 毎に入力データを準備し、2 種類の属性分類情報を生成してもよい。

10

【 0 1 4 5 】

ここで、図 1 3 に示す加速度脈波に相当するデータは、特徴に基づく詳細な分類が容易である反面、血中乳酸値を算出する際、ピークの誤検出等に伴う精度低下が懸念として挙げられる。また、図 1 4 に示す速度脈波に相当するデータは、加速度脈波に相当するデータに比べ、特徴に基づく詳細な分類が困難であるが、ピークの誤検出等が少ないため、血中乳酸値を高精度に算出し得る。

【 0 1 4 6 】

上記を踏まえ、複数の属性分類情報は、特定の分類情報を選択するために用いられる選択用データとして、例えば図 1 3 のような加速度脈波に相当するデータを含み、属性分類情報を生成する際の学習用データには、速度脈波に相当するデータが用いられてもよい。

20

【 0 1 4 7 】

この場合、取得ステップ S 1 1 0 として、例えば取得部 1 1 は、ユーザの脈波に基づくセンサデータから、速度脈波に相当するデータを評価データとして取得する。また、取得部 1 1 は、センサデータから、加速度脈波に相当するデータを予備評価データとして取得する。

【 0 1 4 8 】

次に、選択ステップ S 1 2 1 として、例えば生成部 1 2 は、予備評価データを参照し、加速度脈波に相当するデータを含む複数の選択用データのうち、予備評価データに最も類似する選択用データ ( 第 1 選択用データ ) を特定し、第 1 選択用データに紐づく第 1 分類情報を選択する。そして、属性別生成ステップ S 1 2 2 として、生成部 1 2 は、第 1 分類情報を参照し、評価データに対する評価結果を生成する。これにより、評価精度のさらなる向上を図ることが可能となる。

30

【 0 1 4 9 】

ここで、上述した選択用データ等に用いられるデータの一例を説明する。

【 0 1 5 0 】

例えば図 1 3 に示すように、加速度脈波には、a ~ e の変曲点が存在する。例えば、加速度脈波における最大のピークを a 点とし、a 点から順に各変曲点を b 点、c 点、d 点、e 点とし、a 点を 1 とし、最小値である b 点もしくは d 点を 0 とした規格化を行った場合、加速度脈波は、各変曲点の値と、その差の大小関係により分類する方法を用いて、7 パターンに分類することができる。まず、変曲点の値が  $b < d$  の場合は、パターン A または B に分類する。 $b < d$  でさらに  $c < 0.5$  であれば A、そうでなければ B に分類する。次に変曲点の値が  $b > d$  の場合、パターン C または D に分類する。 $b > d$  でさらに  $c < 0$  の場合はパターン D、そうでなければパターン C に分類する。最後に、 $b > d$  の場合は、パターン E、F、G の何れかに分類できる。 $b > d$  でさらに  $b < c$  であればパターン E に、 $b > c$  であればパターン F、 $b > c$  であればパターン G に分類する。

40

【 0 1 5 1 】

例えば生成部 1 2 は、予備評価データが、例えば図 1 3 のどのパターンに当てはまるかを判断し、第 1 選択用データを特定する。例えば、入力された予備評価データの変曲点 b が

50

変曲点 d より小さく、さらに変曲点 c 0.5 であれば、パターン A を第 1 選択用データとする。これにより、評価データの特徴に適した分類情報を参照し、血中乳酸値を精度良く算出することができる。

【0152】

本実施形態によれば、上述した実施形態の効果に加え、生成部 12 は、予備評価データを参照し、第 1 分類情報を選択する選択部と、第 1 分類情報を参照し、評価データに対する評価結果を生成する属性別生成部とを含む。このため、脈波の特徴に対して最適な属性分類情報を選択した上で、評価データに対する評価結果を生成することができる。これにより、評価精度のさらなる向上を図ることが可能となる。

【0153】

また、本実施形態によれば、取得部 11 は、脈波に基づく速度脈波に相当するデータを、評価データとして取得する。また、取得部 11 は、脈波に基づく加速度脈波に相当するデータを、予備評価データとして取得する。このため、速度脈波に比べて、脈波の特徴を分類し易い加速度脈波を用いて、属性分類情報を選択することができる。また、加速度脈波に比べて、血中乳酸値を算出し易い速度脈波を用いて、評価結果を生成することができる。これにより、評価精度のさらなる向上を図ることが可能となる。

【0154】

本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。このような新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。この実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0155】

- 1 : 生体情報演算装置
- 3 : 通信網
- 4 : サーバ
- 5 : センサ
- 6 : 検出部
- 10 : 筐体
- 11 : 取得部
- 12 : 生成部
- 13 : 出力部
- 14 : 記憶部
- 15 : 学習部
- 50 : 取得部
- 51 : 通信 I / F
- 52 : メモリ
- 53 : 司令部
- 54 : 内部バス
- 55 : リストバンド
- 100 : 生体情報演算システム
- 101 : CPU
- 102 : ROM
- 103 : RAM
- 104 : 保存部
- 105 : I / F
- 106 : I / F
- 107 : I / F
- 108 : 入力部

10

20

30

40

50

- 1 0 9 : 表示部
- 1 1 0 : 内部バス
- S 1 1 0 : 取得ステップ
- S 1 2 0 : 生成ステップ
- S 1 3 0 : 出力ステップ
- S 1 4 0 : 総合評価ステップ

【要約】

【課題】ユーザの血中乳酸値を、高精度に生成することができる生体情報演算システムを提供する。

【解決手段】

ユーザの血中乳酸値を生成する生体情報演算システムであって、前記ユーザの脈波に基づく評価データを取得する取得手段と、予め取得された学習用脈波に基づく入力データ、及び前記入力データに紐づく血中乳酸値を含む参照データの一对を学習用データとして、複数の前記学習用データを用いて生成された分類情報が記憶されたデータベースと、前記データベースを参照し、前記評価データに対する前記血中乳酸値を含む評価結果を生成する生成手段と、を備えることを特徴とする生体情報演算システム。

【選択図】図 2

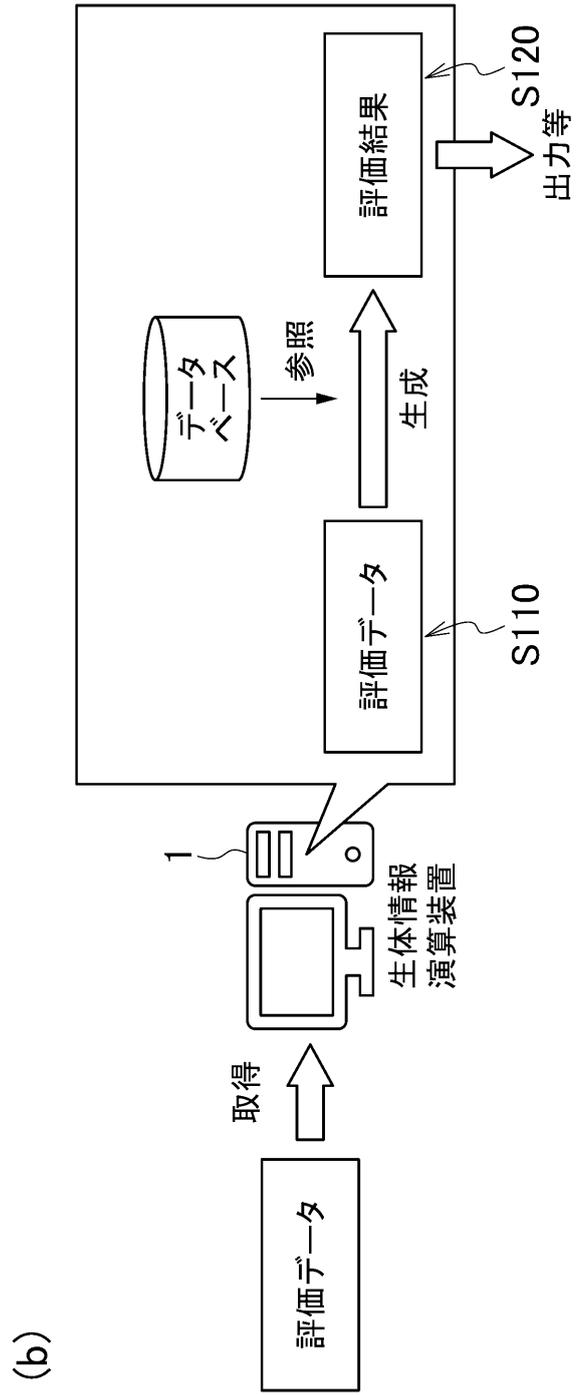
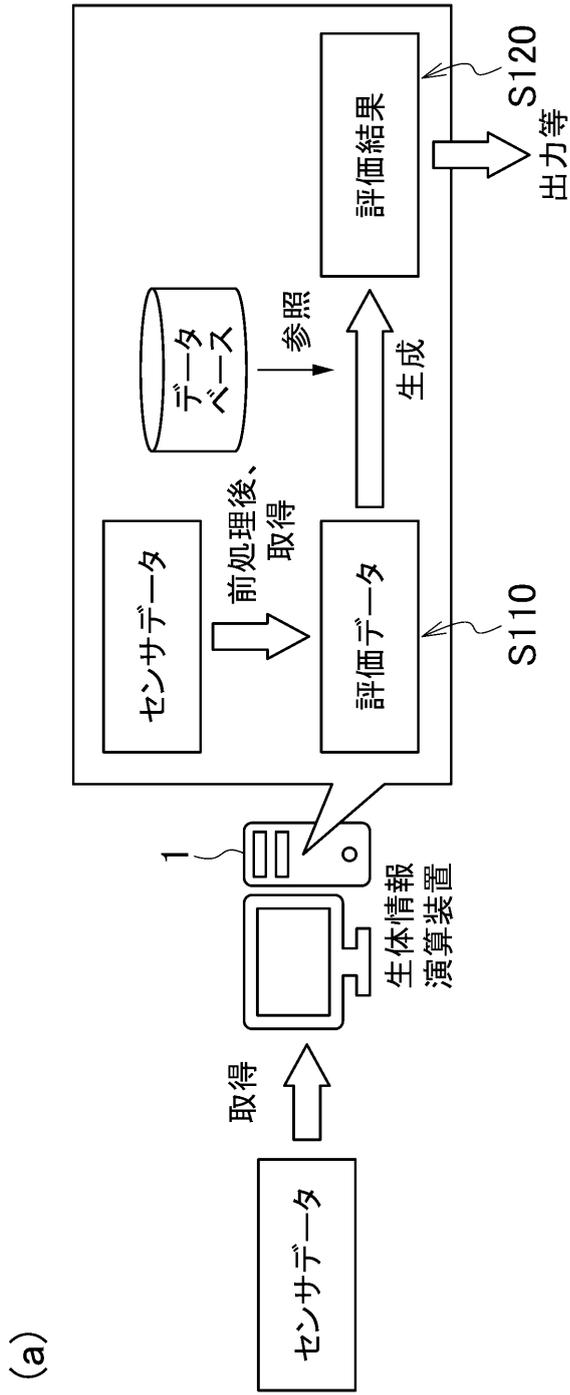
10

20

30

40

50



10

20

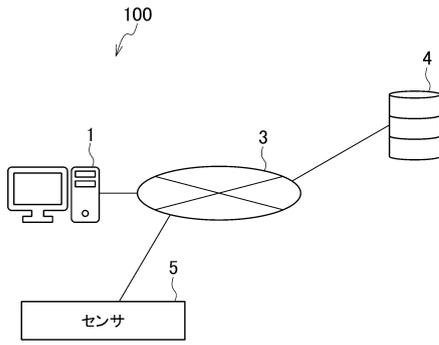
30

40

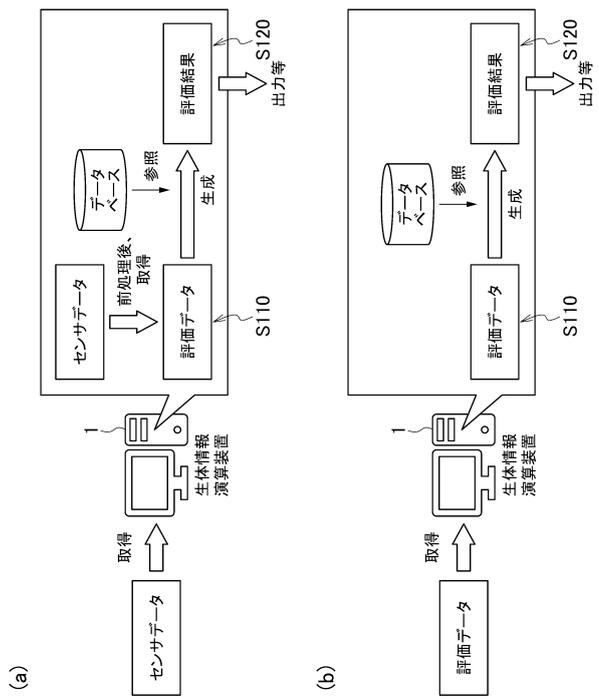
50

【図面】

【図 1】



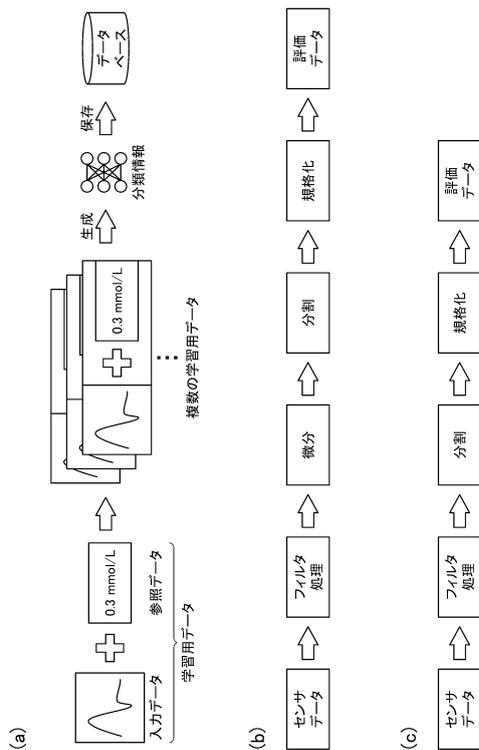
【図 2】



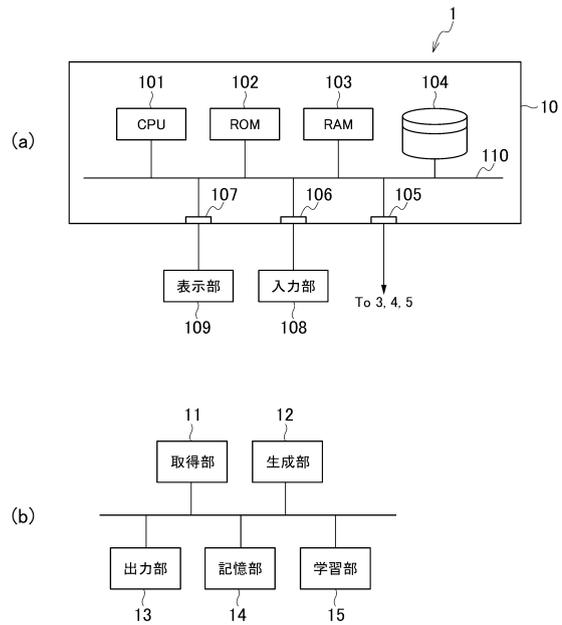
10

20

【図 3】



【図 4】

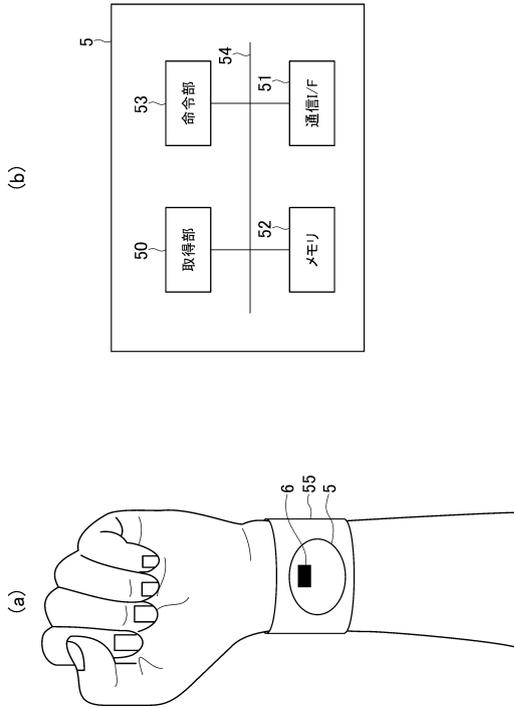


30

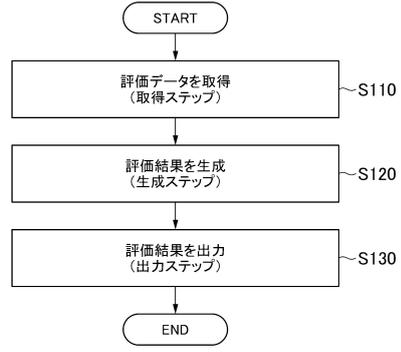
40

50

【図 5】



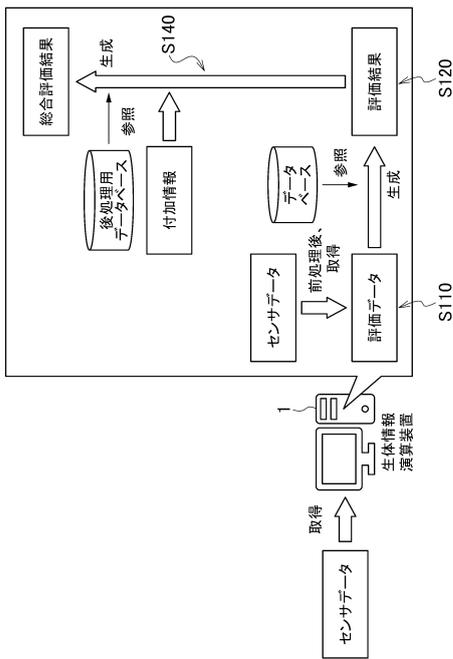
【図 6】



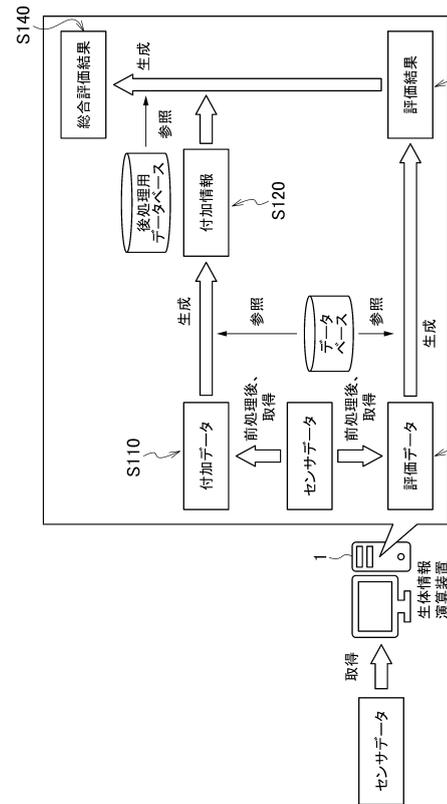
10

20

【図 7】



【図 8】

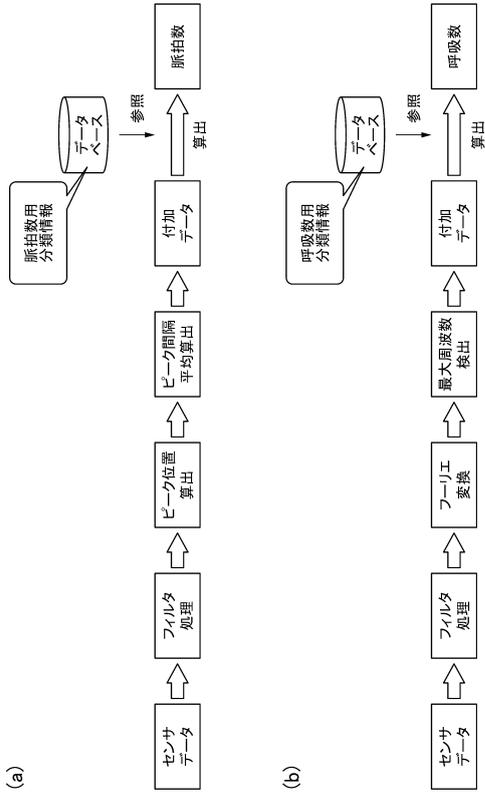


30

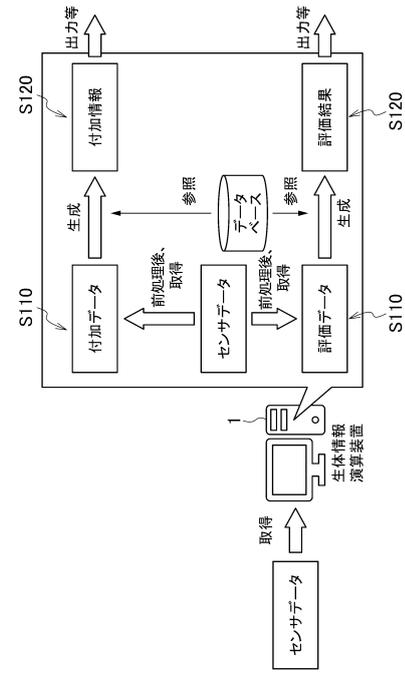
40

50

【図 9】



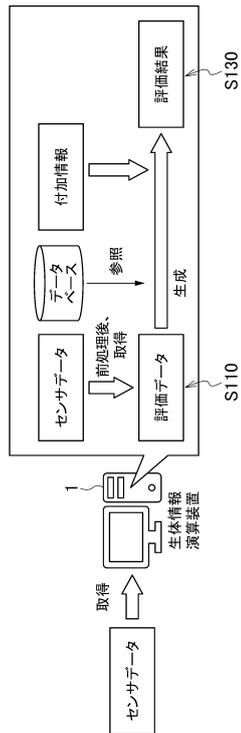
【図 10】



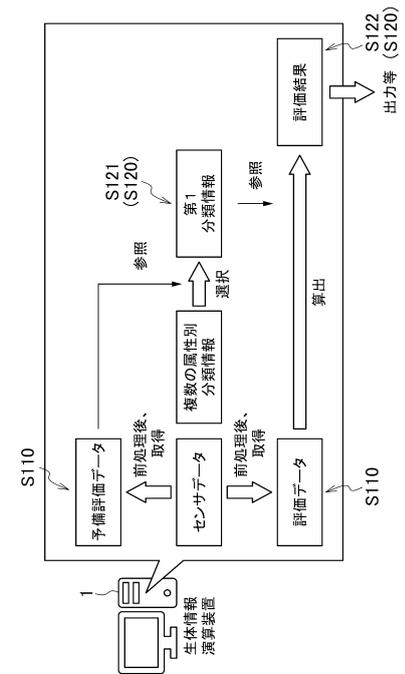
10

20

【図 11】



【図 12】

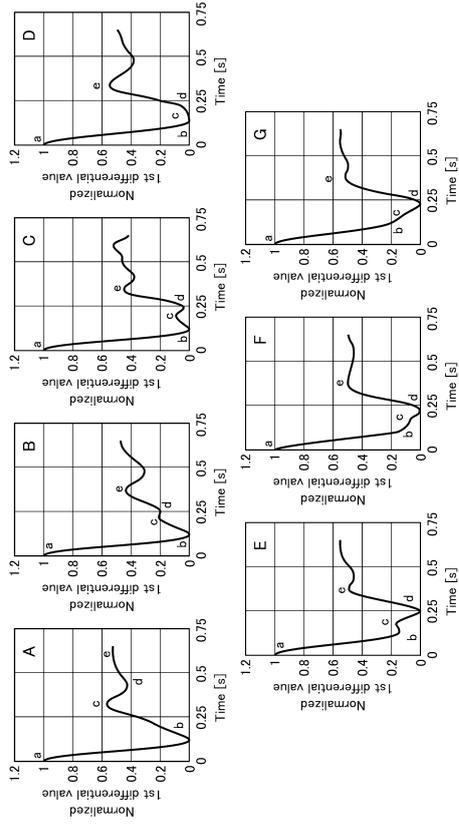


30

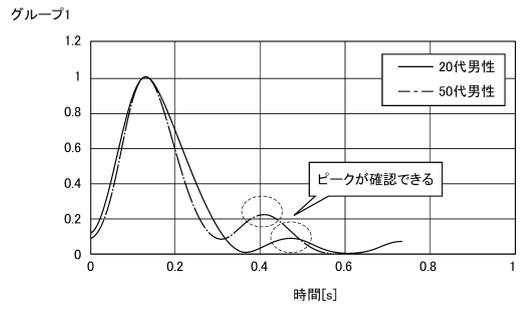
40

50

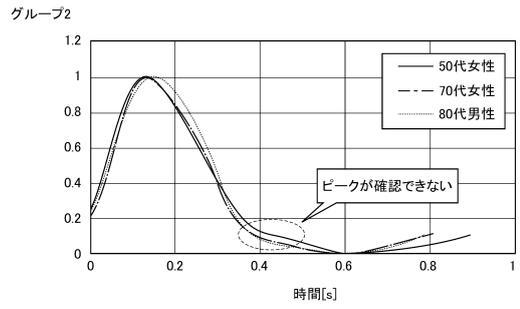
【 1 3 】



【 1 4 】



10



20

30

40

50

## フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2016/0287938 (US, A1)  
国際公開第2001/056472 (WO, A1)  
特開2004-275281 (JP, A)  
特開2016-195661 (JP, A)  
特開2017-158999 (JP, A)  
国際公開第2017/014183 (WO, A1)  
特開2019-141415 (JP, A)  
特開2010-187993 (JP, A)  
特開2017-023472 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
G06Q 10/00 - 99/00  
G16H 10/00 - 80/00