

(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2017-205147

(P2017-205147A)

(43) 公開日 平成29年11月24日(2017.11.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/00 (2006.01)	A 6 1 B 5/00 1 0 2 A	4 C 0 1 7
A 6 1 B 5/02 (2006.01)	A 6 1 B 5/02 B	4 C 0 3 8
A 6 1 B 5/1455 (2006.01)	A 6 1 B 5/02 3 1 0 A	4 C 1 1 7
	A 6 1 B 5/00 D	
	A 6 1 B 5/14 3 2 2	
審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 32 頁)		

(21) 出願番号 特願2016-97673 (P2016-97673)
 (22) 出願日 平成28年5月16日 (2016. 5. 16)

(71) 出願人 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74) 代理人 100104710
 弁理士 竹腰 昇
 (74) 代理人 100090479
 弁理士 井上 一
 (74) 代理人 100124682
 弁理士 黒田 泰
 (72) 発明者 ▲高▼橋 英三
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 Fターム(参考) 4C017 AA09 AA12 AA20 AC01 AC03
 AC26 BB02 BC11 BC23 BD06
 CC01 CC06 EE15
 最終頁に続く

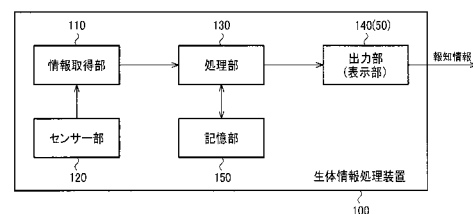
(54) 【発明の名称】 生体情報処理装置、生体情報処理システム及び生体情報処理方法

(57) 【要約】

【課題】 環境情報及び生体情報を用いることで、適切な低酸素リスク報知情報を出力する生体情報処理装置、生体情報処理システム及び生体情報処理方法等を提供すること。

【解決手段】 生体情報処理装置100は、環境情報及び生体情報を取得する情報取得部110と、処理部130と、報知情報を表示する表示部140(50)を含み、情報取得部110は、環境情報として気圧情報を取得し、生体情報として脈波情報及び動脈血酸素飽和度情報を取得し、表示部50は、気圧情報、脈波情報、及び動脈血酸素飽和度情報に基づき求められた低酸素リスク報知情報を、報知情報として表示する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

環境情報及び生体情報を取得する情報取得部と、
 前記環境情報及び前記生体情報の少なくとも一方に基づく処理を行う処理部と、
 報知情報を表示する表示部と、
 を含み、
 前記情報取得部は、
 前記環境情報として気圧情報を取得し、前記生体情報として脈波情報及び動脈血酸素飽和度情報を取得し、
 前記表示部は、
 前記気圧情報、前記脈波情報、及び前記動脈血酸素飽和度情報に基づき求められた低酸素リスク報知情報を、前記報知情報として表示することを特徴とする生体情報処理装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、
 前記処理部は、
 前記気圧情報、前記脈波情報、及び前記動脈血酸素飽和度情報に基づいて、前記低酸素リスク報知情報を求めることを特徴とする生体情報処理装置。

【請求項 3】

請求項 2 において、
 前記処理部は、
 前記気圧情報、前記脈波情報、及び前記動脈血酸素飽和度情報に基づいて、体内酸素分圧情報を求め、前記体内酸素分圧情報に基づいて、前記低酸素リスク報知情報を生成することを特徴とする生体情報処理装置。

20

【請求項 4】

請求項 3 において、
 前記処理部は、
 前記気圧情報、前記脈波情報、及び前記動脈血酸素飽和度情報に基づいて、補正情報を求め、前記補正情報に基づいて前記体内酸素分圧情報を演算することを特徴とする生体情報処理装置。

【請求項 5】

請求項 4 において、
 前記処理部は、
 ガス交換の時定数を前記補正情報として求めることを特徴とする生体情報処理装置。

30

【請求項 6】

請求項 5 において、
 前記動脈血酸素飽和度情報から求められる動脈血酸素分圧を P_{aO_2} とし、前記気圧情報から求められる肺泡気酸素分圧を P_{AO_2} とし、前記脈波情報から求められる脈拍間隔を t とし、静脈血酸素分圧を P_{vO_2} とした場合に、前記ガス交換の時定数である T_h は

【数 1】

40

$$PaO_2 = PvO_2 + (PAO_2 - PvO_2)(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T_h} \times t})$$

で表されることを特徴とする生体情報処理装置。

【請求項 7】

請求項 4 乃至 6 のいずれかにおいて、
 前記処理部は、
 安静状態と判定された場合、又はユーザーからの指示情報に基づいて、前記補正情報を求めることを特徴とする生体情報処理装置。

50

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかにおいて、
前記表示部は、
前記低酸素リスク報知情報として、低酸素リスク状態に対応する脈拍数を表す情報を表示することを特徴とする生体情報処理装置。

【請求項 9】

請求項 8 において、
前記表示部は、
前記低酸素リスク報知情報として、現在の脈拍数、及び前記低酸素リスク状態に対応する脈拍数を表示することを特徴とする生体情報処理装置。

10

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれかにおいて、
前記表示部は、
前記低酸素リスク報知情報として、低酸素リスク状態と判定された積算時間を表す情報を表示することを特徴とする生体情報処理装置。

【請求項 11】

請求項 10 において、
前記表示部は、
前記低酸素リスク報知情報として、現在の前記積算時間、及び前記積算時間の上限値を表示することを特徴とする生体情報処理装置。

20

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のいずれかにおいて、
前記低酸素リスク報知情報を外部機器に対して送信する通信部を含むことを特徴とする生体情報処理装置。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれかにおいて、
前記生体情報を出力する生体情報測定部を備えることを特徴とする生体情報処理装置。

【請求項 14】

請求項 1 乃至 13 のいずれかにおいて、
前記環境情報を出力する環境情報測定部を備えることを特徴とする生体情報処理装置。

30

【請求項 15】

環境情報及び生体情報を取得する情報取得部と、
前記環境情報及び前記生体情報の少なくとも一方に基づく処理を行う処理部と、
報知情報を出力する出力部と、
を含み、
前記情報取得部は、
前記環境情報として気圧情報を取得し、前記生体情報として脈波情報及び動脈血酸素飽和度情報を取得し、
前記出力部は、
前記気圧情報、前記脈波情報、及び前記動脈血酸素飽和度情報に基づき求められた低酸素リスク報知情報を、前記報知情報として出力することを特徴とする生体情報処理システム。

40

【請求項 16】

環境情報及び生体情報を取得する情報取得処理と、
報知情報を出力する出力処理と、
を含み、
前記情報取得処理として、
前記環境情報として気圧情報を取得し、前記生体情報として脈波情報及び動脈血酸素飽和度情報を取得する処理を行い、
前記出力処理として、

50

前記気圧情報、前記脈波情報、及び前記動脈血酸素飽和度情報に基づき求められた低酸素リスク報知情報を、前記報知情報として出力する処理を行うことを特徴とする生体情報処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体情報処理装置、生体情報処理システム及び生体情報処理方法等に関する。

【背景技術】

【0002】

高所では大気中の酸素濃度が薄い（酸素分圧が低い）ため、登山等の高所における活動において、経験不足や、自らの過信により高山病症状を発症する場合がある。高山病症状による行動不能や遭難などが増えていることから、高所での活動を安全に行うための手法に対する要求は大きい。

【0003】

例えば特許文献1では、登山時のユーザーの体調を標高に基づいて判定する手法が開示されている。また特許文献2では、遭難時の救助を迅速に行うための登山計画書管理システムが開示されており、特許文献2ではGPS（Global Positioning System）が利用される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2013-34767号公報

【特許文献2】特開2014-49065号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般的に、標高が高いほど酸素分圧が低くなるため、ユーザーの低酸素リスク（健康リスク）と標高は相関を有する。しかし、同じ標高であっても酸素分圧（気圧）が一定とは限らない。例えば、天気が悪い場合（荒天）は、天気がよい場合（晴天）に比べて同じ標高でも気圧が低くなる。つまり、ユーザーの低酸素リスクとより密接に関係するのは気圧や酸素分圧の情報である。

【0006】

さらに言えば、気圧や酸素分圧はユーザーの周辺環境の状態を表す情報である。そのため、気圧を用いる手法は、低酸素リスクが高いか低いかにについて、一般的な傾向を判定することはできるかもしれないが、ユーザーの実際の状態を判定できるものではない。低酸素リスク状態か否かは、ユーザーが実際に体内に取り込んだ酸素量、さらに厳密に言えば、血液により体内に供給できた酸素量に依存する。つまり、低酸素リスクに関する処理では、気圧等の環境情報だけでなく、ユーザーの生体情報を用いることが望ましいと言える。特許文献1や特許文献2等の従来手法ではこれらの点が考慮されておらず、低酸素リスクに関する適切な報知が難しいという課題がある。

【0007】

本発明の幾つかの態様によれば、環境情報及び生体情報を用いることで、適切な低酸素リスク報知情報を出力する生体情報処理装置、生体情報処理システム及び生体情報処理方法等を提供できる。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様は、環境情報及び生体情報を取得する情報取得部と、前記環境情報及び前記生体情報の少なくとも一方に基づく処理を行う処理部と、報知情報を表示する表示部と、を含み、前記情報取得部は、前記環境情報として気圧情報を取得し、前記生体情報と

10

20

30

40

50

して脈波情報及び動脈血酸素飽和度情報を取得し、前記表示部は、前記気圧情報、前記脈波情報、及び前記動脈血酸素飽和度情報に基づき求められた低酸素リスク報知情報を、前記報知情報として表示する生体情報処理装置に係る。

【0009】

本発明の一態様では、気圧情報、脈波情報、動脈血酸素飽和度情報に基づいて求められた低酸素リスク報知情報を表示する。これにより、気圧のみを用いた手法等に比べて、精度の高い低酸素リスク報知情報を表示することや、わかりやすい形態で低酸素リスク報知情報を表示することが可能になる。

【0010】

また、本発明の一態様では、前記処理部は、前記気圧情報、前記脈波情報、及び前記動脈血酸素飽和度情報に基づいて、前記低酸素リスク報知情報を求めてもよい。

10

【0011】

これにより、生体情報処理装置の処理部により低酸素リスク報知情報を求めることが可能になる。

【0012】

また、本発明の一態様では、前記処理部は、前記気圧情報、前記脈波情報、及び前記動脈血酸素飽和度情報に基づいて、体内酸素分圧情報を求め、前記体内酸素分圧情報に基づいて、前記低酸素リスク報知情報を生成してもよい。

【0013】

これにより、体内酸素分圧情報に基づいて低酸素リスク報知情報を生成することが可能になる。

20

【0014】

また、本発明の一態様では、前記処理部は、前記気圧情報、前記脈波情報、及び前記動脈血酸素飽和度情報に基づいて、補正情報を求め、前記補正情報に基づいて前記体内酸素分圧情報を演算してもよい。

【0015】

これにより、補正情報に基づいて低酸素リスク報知情報を生成することが可能になる。

【0016】

また、本発明の一態様では、前記処理部は、ガス交換の時定数を前記補正情報として求めてもよい。

30

【0017】

これにより、ガス交換の時定数を補正情報とすることが可能になる。

【0018】

また、本発明の一態様では、前記動脈血酸素飽和度情報から求められる動脈血酸素分圧を P_{aO_2} とし、前記気圧情報から求められる肺胞気酸素分圧を P_{AO_2} とし、前記脈波情報から求められる脈拍間隔を t とし、静脈血酸素分圧を P_{vO_2} とした場合に、前記ガス交換の時定数である T_h は、下式(6)で表されてもよい。

【0019】

これにより、具体的な式と各パラメーターに基づいて、補正情報であるガス交換の時定数を表すことが可能になる。

40

【0020】

また、本発明の一態様では、前記処理部は、第1のタイミングで取得された前記気圧情報、前記脈波情報、及び前記動脈血酸素飽和度情報に基づいて、前記補正情報として前記式(1)における P_{vO_2} 及び T_h を求め、求められた P_{vO_2} 及び T_h と、第2のタイミングで取得された前記気圧情報から求められる肺胞気酸素分圧 P_{AO_2} と、前記第2のタイミングで取得された前記脈波情報から求められる脈拍間隔 t と、下式(6)と、に基づいて、前記第2のタイミングにおける前記体内酸素分圧情報として、前記動脈血酸素分圧である P_{aO_2} を演算してもよい。

【0021】

これにより、具体的な式と、補正情報を含む各パラメーターに基づいて、動脈血酸素分

50

圧を求めることが可能になる。

【0022】

また、本発明の一態様では、前記処理部は、安静状態と判定された場合、又はユーザーからの指示情報に基づいて、前記補正情報を求めてもよい。

【0023】

これにより、ユーザーの状態判定結果、又はユーザー入力に基づいて、補正情報を求めることが可能になる。

【0024】

また、本発明の一態様では、前記表示部は、前記低酸素リスク報知情報として、低酸素リスク状態に対応する脈拍数を表す情報を表示してもよい。

10

【0025】

これにより、低酸素リスク報知情報として脈拍数に関する情報を表示することが可能になる。

【0026】

また、本発明の一態様では、前記表示部は、前記低酸素リスク報知情報として、現在の脈拍数、及び前記低酸素リスク状態に対応する脈拍数を表示してもよい。

【0027】

これにより、ユーザーにとってわかりやすい形態で脈拍数に関する情報を報知すること等が可能になる。

【0028】

また、本発明の一態様では、前記表示部は、前記低酸素リスク報知情報として、低酸素リスク状態と判定された積算時間を表す情報を表示してもよい。

20

【0029】

これにより、低酸素リスク報知情報として積算時間に関する情報を表示することが可能になる。

【0030】

また、本発明の一態様では、前記表示部は、前記低酸素リスク報知情報として、現在の前記積算時間、及び前記積算時間の上限値を表示してもよい。

【0031】

これにより、ユーザーにとってわかりやすい形態で積算時間に関する情報を報知すること等が可能になる。

30

【0032】

また、本発明の一態様では、前記低酸素リスク報知情報を外部機器に対して送信する通信部を含んでもよい。

【0033】

これにより、生体情報処理装置とは異なる機器に対して、低酸素リスク報知情報を送信することが可能になる。

【0034】

また、本発明の一態様では、前記生体情報を出力する生体情報測定部を備えてもよい。

【0035】

これにより、生体情報処理装置において生体情報を検出すること等が可能になる。

40

【0036】

また、本発明の一態様では、前記環境情報を出力する環境情報測定部を備えてもよい。

【0037】

これにより、生体情報処理装置において環境情報を検出すること等が可能になる。

【0038】

また、本発明の他の態様は、環境情報及び生体情報を取得する情報取得部と、前記環境情報及び前記生体情報の少なくとも一方に基づく処理を行う処理部と、報知情報を出力する出力部と、を含み、前記情報取得部は、前記環境情報として気圧情報を取得し、前記生体情報として脈波情報及び動脈血酸素飽和度情報を取得し、前記出力部は、前記気圧情報

50

、前記脈波情報、及び前記動脈血酸素飽和度情報に基づき求められた低酸素リスク報知情報を、前記報知情報として出力する生体情報処理システムに係る。

【0039】

本発明の他の態様では、気圧情報、脈波情報、動脈血酸素飽和度情報に基づいて求められた低酸素リスク報知情報を出力する。これにより、気圧のみを用いた手法等に比べて、精度の高い低酸素リスク報知情報を出力することや、わかりやすい形態での報知が可能な低酸素リスク報知情報を出力することが可能になる。

【0040】

本発明の他の態様は、環境情報及び生体情報を取得する情報取得処理と、報知情報を出力する出力処理と、を含み、前記情報取得処理として、前記環境情報として気圧情報を取得し、前記生体情報として脈波情報及び動脈血酸素飽和度情報を取得する処理を行い、前記出力処理として、前記気圧情報、前記脈波情報、及び前記動脈血酸素飽和度情報に基づき求められた低酸素リスク報知情報を、前記報知情報として出力する処理を行う生体情報処理方法に係る。

10

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】生体情報処理装置の構成例。

【図2】動脈血酸素分圧と脈波との関係を説明する図。

【図3】ウェアラブル機器の外観例。

【図4】ウェアラブル機器の外観例。

20

【図5】ウェアラブル機器と他の機器の接続例。

【図6】ウェアラブル機器と他の機器の接続例。

【図7】動脈血酸素飽和度情報の取得手法の原理を説明する図。

【図8】動脈血酸素飽和度と動脈血酸素分圧の関係図。

【図9】本実施形態の処理を説明するフローチャート。

【図10】内呼吸及び外呼吸のモデル図。

【図11】キャリブレーション処理を説明するフローチャート。

【図12】各酸素分圧値の関係を説明する図。

【図13】動脈血酸素分圧の演算処理を説明するフローチャート。

【図14】標高と許容酸素飽和度、許容脈拍数の関係を説明する図。

30

【図15】脈拍数に関する情報を表示する画面例。

【図16】積算時間に関する情報を表示する画面例。

【図17】詳細な情報を表示する画面例。

【図18】キャリブレーション時に表示する画面例。

【発明を実施するための形態】

【0042】

以下、本実施形態について説明する。なお、以下に説明する本実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また本実施形態で説明される構成の全てが、本発明の必須構成要件であるとは限らない。

【0043】

40

1. 本実施形態の手法

まず本実施形態の手法について説明する。登山等の高所での活動では、低酸素状態となることで高山病症状（高度障害）を発症する場合がある。具体的には、頭痛や吐き気、睡眠障害等の症状が考えられ、場合によっては脳浮腫や肺水腫のように重篤な症状を引き起こすこともある。

【0044】

そのため、特許文献1のように、登山での活動リスク等をユーザーに報知する手法が知られている。しかし上述したように、ユーザーの健康リスクに直接的に関連するのは酸素分圧の情報であり、同じ標高であっても酸素分圧の値は天候等の要因で変化してしまう。つまり標高のみを用いて報知を行う場合、精度の高い報知が難しいという課題がある。

50

【 0 0 4 5 】

これに対して、気圧センサーからの気圧情報を用いれば、直接的に気圧に関する報知が可能になる。大気中の酸素分圧は、大気圧と、大気中の酸素比率との積から求められる。大気中の酸素比率は、標高が変化してもほぼ一定であることが知られており、約 21% である。つまり、気圧の値が求められれば、酸素分圧を求めることは容易である。例えば、厚生労働省では、低酸素環境での労働の際には、労働者の安全確保のための対応を求めている。その場合の低酸素環境は酸素分圧が 0.18 (atm、気圧) と定められている。また、一般的に酸素分圧が 0.16 (atm) を下回ると、高山病症状の発症リスクが高くなることが知られている。つまり、酸素分圧の値と、0.18 や 0.16 といった判定閾値との関係に基づいて、報知情報を生成する手法を用いることで、ユーザーに対して健康リスク（低酸素リスク）を報知することが可能になると考えられる。環境情報として気圧を用いる例としては、特許文献 2 の手法がある。

10

【 0 0 4 6 】

しかし、気圧情報はユーザーの周辺環境の状態を表す情報であるため、ユーザーが酸素を摂取しやすい環境にいるか否かを推定する情報となるが、実際にユーザーが摂取できた酸素量を直接的に表す情報とは言えない。

【 0 0 4 7 】

そこで本出願人は、環境情報と生体情報の両方を用いて、低酸素リスクに関する報知情報を出力する手法を提案する。本実施形態に係る生体情報処理装置 100 は、図 1 に示したように、環境情報及び生体情報を取得する情報取得部 110 と、環境情報及び生体情報の少なくとも一方に基づく処理を行う処理部 130 と、報知情報を出力する出力部 140 を含む。出力部 140 とは、具体的には報知情報を表示する表示部 50 である。そして、情報取得部 110 は、環境情報として気圧情報を取得し、生体情報として脈波情報及び動脈血酸素飽和度情報を取得する。表示部 50 は、気圧情報、脈波情報、及び動脈血酸素飽和度情報に基づき求められた低酸素リスク報知情報を、報知情報として表示する。

20

【 0 0 4 8 】

ここで、環境情報とは、ユーザーの周辺環境に関する情報であり、ユーザー周囲の大気圧に関する情報である気圧情報を含む。ここでの環境情報は、例えばユーザーの位置情報や、ユーザー周辺の温度、湿度、天候、光量、音響に関する情報を含んでもよい。

【 0 0 4 9 】

気圧情報とは、気圧センサーからの情報に基づく大気圧に関する情報であり、気圧（大気圧）に関する情報や、酸素分圧に関する情報を含む。狭義には、気圧情報とは、気圧や酸素分圧の値であってもよい。また上述したように、本実施形態はユーザーが低酸素状態となることを抑止し、安全に活動を行わせる手法であることに鑑みれば、用いる情報は酸素分圧に限定されず、ユーザー周辺の酸素濃度の情報であってもよい。酸素分圧が低い場合と、酸素濃度が低い場合とは、低酸素リスクが大きいという点で共通するものである。以下では、酸素分圧を例にとって説明を行うが、本明細書における酸素分圧を酸素濃度に置き換える変形実施も可能である。また、酸素分圧と酸素濃度の両方を用いることも妨げられない。

30

【 0 0 5 0 】

生体情報とは、ユーザーの生体活動の状態を表す情報であり、脈波情報や動脈血酸素飽和度情報を含む。また生体情報は、血圧情報、体温情報、発汗情報等、他の情報を含んでもよい。

40

【 0 0 5 1 】

脈波情報とは、ユーザーの脈拍に関する情報である。脈波情報は、脈拍数であってもよいし、脈拍間隔であってもよいし、脈に関する他の情報であってもよい。動脈血酸素飽和度情報とは、ユーザーの動脈血酸素飽和度に関する情報である。動脈血酸素飽和度情報とは、経皮的動脈血酸素飽和度である SpO2 の値そののもであってもよいがこれには限定されず、SpO2 を算出するための情報を含んでもよいし、SpO2 から求められる情報であってもよい。

50

【 0 0 5 2 】

なお、本実施形態に係る生体情報処理装置 1 0 0 は、生体情報を出力する生体情報測定部を含んでもよい。生体情報測定部とは、上記生体情報を測定し、測定結果を出力する。この場合、情報取得部 1 1 0 は、生体情報測定部から出力された生体情報を取得すればよい。生体情報測定部は、例えば後述するセンサー部 1 2 0 により実現でき、具体的には生体センサーである脈波センサーや、動脈血酸素飽和度センサー等により実現できる。

【 0 0 5 3 】

同様に、本実施形態に係る生体情報処理装置 1 0 0 は、環境情報を出力する環境情報測定部を含んでもよい。環境情報測定部とは、上記環境情報を測定し、測定結果を出力する。この場合、情報取得部 1 1 0 は、環境情報測定部から出力された環境情報を取得すればよい。環境情報測定部は、例えば後述するセンサー部 1 2 0 により実現でき、具体的には環境センサーである気圧センサー等により実現できる。

【 0 0 5 4 】

本実施形態の手法では、低酸素リスク報知情報の出力に、気圧情報、脈波情報、及び動脈血酸素飽和度情報を用いる。これにより適切な低酸素リスク報知情報の出力が可能になる。

【 0 0 5 5 】

例えば、本実施形態の生体情報処理装置 1 0 0 は、ユーザーの生体活動の状態を反映した精度のよい低酸素リスク報知情報を出力できる。ユーザーが大気中から摂取し、且つ血液の循環により全身に供給することのできる酸素の量の指標値として、動脈血酸素分圧 $P a O_2$ が知られている。図 8 を用いて後述するように、動脈血酸素飽和度情報（特に $S p O_2$ ）と $P a O_2$ との相関が知られているため、 $S p O_2$ を計測できれば $P a O_2$ を推定できる。しかし、 $S p O_2$ の測定はユーザーの体動等によるノイズの影響を受けやすいことが知られており、登山等の活動を行っている（移動している）場合に $S p O_2$ を高精度で計測することは難しい。結果として、登山等の活動中は、 $S p O_2$ に基づく $P a O_2$ の推定精度も低くなってしまう。その点、動脈血酸素飽和度情報とともに、気圧情報、脈波情報を用いることで、活動中であっても $P a O_2$ を適切に推定することが可能になる。具体的な処理については図 1 3 等を用いて後述する。

【 0 0 5 6 】

また、図 2 は、動脈血酸素分圧 $P a O_2$ と、脈波の時間変化の関係を示した図である。脈波の高い部分が血流量の増大、低い部分は血流量の低下を示す。図 2 からわかるように、拍動により血流量が増大する（ $t_1 \sim t_5$ の各タイミング）と動脈血酸素分圧 $P a O_2$ は低下し、その後、次の拍動までの期間（ t_1 の後 t_2 までの期間等）、すなわち血流量が低い値となっている間の期間において、動脈血酸素分圧 $P a O_2$ は上昇していく。拍動発生時の $P a O_2$ の低下は、当該タイミングで肺胞と静脈血との間のガス交換（酸素と二酸化炭素のやりとり）が終了し、それまでガス交換を行っていた静脈血は動脈血として全身に供給が開始されるとともに、新たな静脈血が肺胞との間のガス交換の対象となるためと考えられる。新たにガス交換の対象となる静脈血は内呼吸により酸素が消費された状態の血液であり、ガス交換後の血液に比べて酸素分圧は低い。また、新たにガス交換の対象となった静脈血は、次の拍動があるまでは大きく移動することがなく、ガス交換を継続できるため、拍動の間の期間では動脈血酸素分圧 $P a O_2$ が上昇していくと考えられる。

【 0 0 5 7 】

つまり、拍動と拍動の間隔を表す時間（脈拍間隔、心拍間隔、 $R R I$ ）は、ガス交換を継続できる時間（以下、拡散時間 t ）に相当する。脈拍数の値が比較的小さい場合、図 2 の t_1 と t_2 の間や、 t_2 と t_3 の間に示すように拡散時間 t を長くできるため、十分なガス交換を実行でき、結果として当該期間では動脈血酸素分圧 $P a O_2$ は充分高い値まで上昇する。一方、脈拍数の値が過剰に大きい場合、 t_3 と t_4 の間のように拡散時間 t が短くなるため、当該期間では動脈血酸素分圧 $P a O_2$ が上昇しきらないうちに次の拍動（ t_4 での拍動）が発生してしまう。つまり、脈拍数の値が過剰に大きくなることで、 $P a O_2$ が低下し、低酸素リスクが高くなる場合がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

厳密に言えば、低地のように大気中の酸素分圧が大きく、ユーザーが肺に十分な酸素を取り込める場合であれば、脈拍数の値が大きいことは低酸素リスクと直結しない。なぜなら、大気中からの酸素摂取を充分行えるため、拡散時間 t が短くても血液への酸素の供給が適切に実行可能なためである。むしろ、低地においては脈拍数の増大は血液による全身への酸素供給を助ける作用を有する。しかし本実施形態では登山等の低酸素環境での活動を想定している。その場合、大気中からの酸素摂取量が限定されてしまうため、図2に示したように脈拍数の値が増加し拡散時間 t が短くなることが低酸素リスクにつながる。本実施形態では、低酸素リスク報知情報の生成に脈波情報を用いる。つまり、脈波情報を肺におけるガス交換のパラメーターとして利用すること等が可能になるため、精度よく低酸素リスク報知情報を求めることが可能になる。ガス交換のモデルについては図10等を用いて後述する。

10

【 0 0 5 9 】

また、本実施形態の生体情報処理装置100は、ユーザーにとってわかりやすい形態で、低酸素リスク報知情報を出力（表示）することができる。気圧情報は標高情報に比べて低酸素リスクに関連する度合いが高いものの、具体的な数値と低酸素リスクとの関係がわかりにくく、低酸素リスク報知情報の報知を受けた場合に、行動の指針を立てにくい。その点、本実施形態では、脈波情報を用いるため、図15を用いて後述するように、脈拍数等のユーザーにとってわかりやすい形態での低酸素リスク報知情報の報知が可能になる。また、図16を用いて後述するように、低酸素リスク状態と判定された積算時間等を含む低酸素リスク報知情報の出力も可能であり、この場合もユーザーにとってわかりやすい報知が可能になる。

20

【 0 0 6 0 】

以下、本実施形態に係る生体情報処理装置100の構成例を説明し、その後、報知情報生成処理の具体例について説明する。さらに本実施形態で生成される報知情報を表示する表示画面の例を説明し、最後に幾つかの変形例を説明する。

【 0 0 6 1 】

2. システム構成例

生体情報処理装置100のシステム構成例は図1に示したとおりである。生体情報処理装置100は、情報取得部110と、センサー部120と、処理部130と、出力部140（表示部50）と、記憶部150を含む。ただし、生体情報処理装置100は図1の構成に限定されず、これらの一部の構成要素を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

30

【 0 0 6 2 】

情報取得部110は、少なくとも気圧情報を含む環境情報と、少なくとも脈波情報及び動脈血酸素飽和度情報を含む生体情報を取得する。生体情報処理装置100のセンサー部120が気圧情報を取得する気圧センサー、脈波情報を取得する脈波センサー、動脈血酸素飽和度情報を取得する動脈血酸素飽和度センサーを含む場合、情報取得部110は、センサー情報取得用のインターフェース、例えば各センサーからのアナログ信号のA/D変換を行うA/D変換器（Analog-to-Digital Converter）や増幅処理を行う増幅器として実現されてもよい。或いは、環境情報や生体情報が外部機器において取得される場合、情報取得部110は当該外部機器からの環境情報及び生体情報の受信を行う受信処理部として実現される。また、情報取得部110は、後述する体動情報等を取得してもよい。なお、情報取得部110は、取得した情報をそのまま環境情報や生体情報として処理部130に対して出力してもよいし、何らかの処理を行い、当該処理後のデータを環境情報や生体情報として処理部130に対して出力してもよい。すなわち、本実施形態の情報取得部110は、単なるインターフェースにより実現することも可能であるし、ロジック回路やプロセッサ等を含んで実現することも可能である。言い換えれば、本実施形態における「環境情報及び生体情報の取得」とは、センサー部120や外部機器から環境情報や生体情報を取得することも含むし、センサー部120や外部機器から元データを取得し、当該元

40

50

データに対する処理の結果として環境情報や生体情報を取得することを含む。

【0063】

センサー部120は、気圧情報を取得する気圧センサーと、脈波情報を取得する脈波センサーと、動脈血酸素飽和度情報を取得する動脈血酸素飽和度センサーを含む。各センサーの具体例については後述する。

【0064】

また、センサー部120は、気圧情報以外の環境情報を検出するセンサーを含んでもよい。例えば、センサー部120は、ユーザーの位置を検出する位置センサーを含む。位置センサーは例えばGPSであってもよい。GPSでは、水平方向での位置（緯度、経度）と、鉛直方向での位置（高度）を検出可能である。

10

【0065】

また、センサー部120は、環境情報及び生体情報以外の情報を検出するセンサーを含んでもよい。例えばセンサー部120は、ユーザーの体動情報を検出する体動センサーを含んでもよい。体動センサーは、例えば加速度センサーやジャイロセンサーにより実現できる。なお、位置の時系列的な変化を体動と捉えれば、上述したGPS等の位置センサーや方位センサーも広義には体動センサーに含まれる。また、センサー部120は、方位を検出するための地磁気センサー、紫外線被ばく量を測定するためのUVセンサー、音声情報を取得する音声入力部を含んでもよい。

【0066】

処理部130は、情報取得部110が取得した環境情報及び生体情報の少なくとも一方に基づいて、種々の処理を行う。この処理部130の機能は、CPU（Central Processing Unit）等の各種プロセッサ、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）、ゲートアレイ等）などのハードウェアや、プログラムなどにより実現できる。

20

【0067】

例えば、処理部130は、気圧情報、脈波情報、及び動脈血酸素飽和度情報に基づいて、低酸素リスク報知情報を求める処理を行う。このようにすれば、生体情報処理装置100において、低酸素リスク報知情報の生成及び出力（表示）を実行することが可能になる。ただし、本実施形態の手法はこれに限定されず、生体情報処理装置100は、取得した気圧情報、脈波情報、動脈血酸素飽和度情報を外部機器に対して出力し、外部機器において求められた低酸素リスク報知情報を、当該外部機器から取得する構成であってもよい。例えば、生体情報処理装置100が後述するウェアラブル機器200である場合、低酸素リスク報知情報の生成は、携帯端末装置300（例えばスマートフォン）や、情報処理装置400（例えばサーバーシステム）によって実行されてもよい。

30

【0068】

出力部140は、気圧情報、脈波情報、及び動脈血酸素飽和度情報に基づく低酸素リスク報知情報の出力を行う。出力部140は、低酸素リスク報知情報を表示する表示部50であることが想定されるが、生体情報処理装置100が、表示以外の出力を行う出力部140を含むことは妨げられない。詳細については、図5、図6と合わせて後述する。

【0069】

記憶部150は、処理部130等のワーク領域となるもので、その機能はRAM（Random Access Memory）等のメモリーやHDD（Hard Disk Drive）などにより実現できる。記憶部150は、例えば環境情報や生体情報を記憶する。

40

【0070】

本実施形態に係る生体情報処理装置100は、ユーザーの身体に装着されるウェアラブル機器200として実現できる。図3は、ウェアラブル機器200の外観図の例である。図3に示したように、ウェアラブル機器200は、ケース部30と、ケース部30をユーザーの身体（狭義には手首）に固定するためのバンド部10を含み、バンド部10には嵌合穴12と尾錠14が設けられる。尾錠14は、尾錠枠15及び係止部（突起棒）16から構成される。

【0071】

50

図 3 は、嵌合穴 1 2 と係止部 1 6 を用いてバンド部 1 0 が固定された状態であるウェアラブル機器 2 0 0 を、バンド部 1 0 側の方向（ケース部 3 0 の面のうち装着状態において被検体側となる面側）から見た斜視図である。図 3 のウェアラブル機器 2 0 0 では、バンド部 1 0 に複数の嵌合穴 1 2 が設けられ、尾錠 1 4 の係止部 1 6 を、複数の嵌合穴 1 2 のいずれかに挿入することでユーザーへの装着が行われる。複数の嵌合穴 1 2 は、図 3 に示すようにバンド部 1 0 の長手方向に沿って設けられる。

【 0 0 7 2 】

ウェアラブル機器 2 0 0 のケース部 3 0 には、センサー部 1 2 0 が設けられる。図 3 では、後述する生体センサー（動脈血酸素飽和度情報や脈波情報を取得するための光電センサー）を想定し、ケース部 3 0 のうち、ウェアラブル機器 2 0 0 の装着時に被検体側となる面にセンサー部 1 2 0 が設けられる例を示した。ただし、センサー部 1 2 0 に含まれるセンサーが設けられる位置は図 3 には限定されない。例えばセンサー部 1 2 0 に含まれるセンサーは、ケース部 3 0 の内部（特に、ケース部 3 0 に含まれるセンサー基板上）に設けられてもよい。

10

【 0 0 7 3 】

図 4 は、ユーザーが装着した状態でのウェアラブル機器 2 0 0 を、表示部 5 0 の設けられる側から見た図である。図 4 からわかるように、本実施形態に係るウェアラブル機器 2 0 0 は通常の腕時計の文字盤に相当する位置、あるいは数字やアイコンを視認可能な位置に表示部 5 0 を有する。ウェアラブル機器 2 0 0 の装着状態では、ケース部 3 0 のうちの図 3 に示した側の面が被検体に密着するとともに、表示部 5 0 は、ユーザーによる視認が容易な位置となる。

20

【 0 0 7 4 】

なお、図 3、図 4 ではウェアラブル機器 2 0 0 のケース部 3 0 を基準として座標系を設定し、表示部 5 0 の表示面に交差する方向であって、表示部 5 0 の表示面側を表面とした場合の裏面から表面へと向かう方向を Z 軸正方向としている。あるいは、センサー部 1 2 0（狭義には図 3 に示した光電センサー）から表示部 5 0 に向かう方向、あるいは表示部 5 0 の表示面の法線方向においてケース部 3 0 から離れる方向を Z 軸正方向と定義してもよい。ウェアラブル機器 2 0 0 が被検体に装着された状態では、上記 Z 軸正方向とは、被検体からケース部 3 0 へと向かう方向に相当する。また、Z 軸に直交する 2 軸を X Y 軸とし、特にケース部 3 0 に対してバンド部 1 0 が取り付けられる方向を Y 軸に設定している。

30

【 0 0 7 5 】

低酸素リスク報知情報は、ウェアラブル機器 2 0 0 においてユーザーへの報知に用いられる。出力部 1 4 0 はウェアラブル機器 2 0 0 に設けられる表示部 5 0 であり、表示部 5 0 は報知情報の表示を行う。具体的な表示画面の例については、図 1 5 ~ 図 1 8 を用いて後述する。

【 0 0 7 6 】

また、ウェアラブル機器 2 0 0 における報知は表示に限定されない。例えば、出力部 1 4 0 はウェアラブル機器 2 0 0 に設けられる発光部、振動発生部、スピーカー等により実現されてもよい。この場合、報知情報の出力形態は、光、振動、音の発生により行われる。

40

【 0 0 7 7 】

また、報知情報を用いたユーザーへの報知がウェアラブル機器 2 0 0 とは異なる機器において行われてもよく、その場合、出力部 1 4 0 とは、報知情報を異なる機器に対して送信する通信部（送信処理部）として実現される。

【 0 0 7 8 】

以上のように、出力部 1 4 0 は、表示部 5 0 であり、表示部 5 0 は、低酸素リスク報知情報を表示する。或いは、生体情報処理装置 1 0 0（出力部 1 4 0）は、通信部を含み、通信部は、低酸素リスク報知情報を外部機器に対して送信してもよい。本実施形態では種々の形態により出力部 1 4 0 を実現することが可能であり、これにより、低酸素リスク

50

報知情報の多様且つ適切な出力が可能になる。

【 0 0 7 9 】

図 5 に、ウェアラブル機器 2 0 0 と他の装置との接続例を示す。図 5 に示したように、ウェアラブル機器 2 0 0 は、スマートフォン等の携帯端末装置 3 0 0 と近距離無線通信等により接続されてもよい。携帯端末装置 3 0 0 は、登山等の活動を行っているユーザーにより携帯されるため、報知情報を用いたユーザーへの報知は、ウェアラブル機器 2 0 0 において行ってもよいし、携帯端末装置 3 0 0 で行ってもよいし、その両方で行ってもよい。

【 0 0 8 0 】

携帯端末装置 3 0 0 において報知を行う場合、ウェアラブル機器 2 0 0 の出力部 1 4 0 は、報知情報を送信する通信部（送信処理部）として実現される。携帯端末装置 3 0 0 は、携帯端末装置 3 0 0 の通信部（受信処理部）によりウェアラブル機器 2 0 0 からの報知情報を受信し、受信した報知情報に基づく報知を行う。例えば、携帯端末装置 3 0 0 の表示部により表示を行ってもよいし、光、音、振動等を用いた報知を行ってもよい。

【 0 0 8 1 】

また、報知情報を用いた報知が行われる機器は、登山等の活動を行っているユーザーにより携帯される機器には限定されない。図 6 に、ウェアラブル機器 2 0 0 と他の装置と他の接続例を示す。図 6 に示したように、ウェアラブル機器 2 0 0 は、P C（personal computer）等の情報処理装置 4 0 0 とネットワーク N E を介して接続されてもよい。ここでのネットワーク N E は、W A N（Wide Area Network）、L A N（Local Area Network）、近距離無線通信等、種々のネットワークを利用できる。また、図 6 における情報処理装置 4 0 0 は、登山等の活動を行っているユーザーとは異なるユーザーにより携帯される携帯端末装置であってもよい。

【 0 0 8 2 】

情報処理装置 4 0 0 において報知を行う場合、ウェアラブル機器 2 0 0 の出力部 1 4 0 は、報知情報を送信する通信部（送信処理部）として実現される。情報処理装置 4 0 0 の具体的な報知は、携帯端末装置 3 0 0 の場合と同様に種々の手法により実現可能である。

【 0 0 8 3 】

図 6 の例の場合、情報処理装置 4 0 0 での報知の対象となるユーザーは、登山等の活動を行っているユーザーとは異なるユーザーである。このようにすれば、高地で活動しているウェアラブル機器 2 0 0 の使用者の低酸素リスク等を、ネットワーク N E を介して、平地等の別の場所にいる人に知らせることができる。例えば、機器使用者の家族に対して、機器使用者の危険を通知することができる。また、報知情報による報知を受けるユーザーは、ウェアラブル機器 2 0 0 の使用者の家族には限定されず、山小屋の管理者や、登山パーティーの仲間、警察や消防などの公共機関等であってもよい。

【 0 0 8 4 】

以上のように、本実施形態の手法は、環境情報及び生体情報を取得する情報取得部 1 1 0 と、環境情報及び生体情報の少なくとも一方に基づく処理を行う処理部 1 3 0 と、報知情報を表示する表示部 5 0 を含むウェアラブル機器 2 0 0 に適用できる。ウェアラブル機器 2 0 0 の情報取得部 1 1 0 は、環境情報として気圧情報を取得し、生体情報として脈波情報及び動脈血酸素飽和度情報を取得し、表示部 5 0 は、気圧情報、脈波情報、及び動脈血酸素飽和度情報に基づき求められた低酸素リスク報知情報を、報知情報として表示する。このようにすれば、環境情報及び生体情報の取得（測定）が可能であり、且つ、自身の表示部 5 0 を用いて低酸素リスク報知情報の表示を行うウェアラブル機器 2 0 0 を実現できる。ウェアラブル機器 2 0 0 の表示部 5 0 を用いることで、ユーザーは登山等の活動を妨げられることなく、低酸素リスク報知情報の閲覧が可能になる。

【 0 0 8 5 】

また、本実施形態の手法は、生体情報処理装置 1 0 0（ウェアラブル機器 2 0 0）に限定されず、他の形態に適用できる。例えば、本実施形態の手法は、図 5 の携帯端末装置 3

10

20

30

40

50

00や、図6の情報処理装置400、及びそれらを含む生体情報処理システムに適用できる。本実施形態に係る生体情報処理システムは、携帯端末装置300により実現されてもよいし、情報処理装置400により実現されてもよいし、それらの組み合わせにより実現されてもよいし、それらと生体情報処理装置100（ウェアラブル機器200）との組み合わせにより実現されてもよい。

【0086】

例えば、本実施形態に係る生体情報処理システムが情報処理装置400により実現される場合、情報処理装置400は、登山等の活動を行うユーザーにより携帯されず、センサー部120を含まないことが想定される。よって、情報処理装置400の情報取得部110は、ユーザーにより携帯される機器（ウェアラブル機器200、携帯端末装置300）から、ネットワークNEを介して環境情報や生体情報を取得する。また、処理部130により生成した報知情報は、情報処理装置400で表示してもよいし、ウェアラブル機器200や携帯端末装置300に送信され、それらの機器での報知に用いられてもよい。

【0087】

また、本実施形態に係る生体情報処理システムが携帯端末装置300より実現される場合、携帯端末装置300は、センサー部120の全てのセンサーを含んでもよい。或いは携帯端末装置300が、センサー部120一部のセンサーを含み、ウェアラブル機器200がセンサー部120の他のセンサーを含んでもよく、その場合の携帯端末装置300の情報取得部110は、携帯端末装置300が含むセンサーからの情報、及びウェアラブル機器200から情報を取得する。或いは、携帯端末装置300は、センサー部120自体を含まなくてもよく、その場合の携帯端末装置300の情報取得部110は、携帯端末装置300以外の機器（ウェアラブル機器200）から情報を取得する。また、上述してきた例と同様に、携帯端末装置300の出力部140での報知情報の出力は、携帯端末装置300自体で行われてもよいし、他の機器で行われてもよく、報知情報の報知形態も表示に限定されず、発光等の変形実施が可能である。また、スマートフォン等の携帯端末装置300がウェアラブル機器200とネットワークNEとの通信の中継、あるいは、ウェアラブル機器200からの報知情報を加工してネットワークNE、情報処理装置400に送信するように構成しても良い。

【0088】

また、本実施形態に係る生体情報処理システムが、生体情報処理装置100（ウェアラブル機器200）、携帯端末装置300、情報処理装置400のうちの少なくとも2つの機器の組み合わせにより実現される場合、生体情報処理システムで実行される処理は、いずれか1つの機器において実行されてもよいし、複数の機器で分散処理されてもよい。また、本実施形態に係る生体情報処理システムが、生体情報処理装置100（ウェアラブル機器200）、携帯端末装置300、情報処理装置400とは異なる機器を含むことも妨げられない。

【0089】

また、本実施形態に係る生体情報処理装置100や生体情報処理システムの各部の処理をプログラムにより実現することも可能である。すなわち、本実施形態の手法は、気圧情報を含む環境情報、及び、脈波情報及び動脈血酸素飽和度情報を含む生体情報を取得する情報取得処理と、気圧情報、脈波情報、及び動脈血酸素飽和度情報に基づき求められた低酸素リスク報知情報を出力する出力処理と、をコンピューターに実行させるプログラムに適用できる。

【0090】

また、本実施形態の生体情報処理装置100や生体情報処理システムは、情報（例えばプログラムや各種のデータ）を記憶するメモリーと、メモリーに記憶された情報に基づいて動作するプロセッサを含む。プロセッサは、環境情報として気圧情報を取得し、生体情報として脈波情報及び動脈血酸素飽和度情報を取得する情報取得処理と、気圧情報、脈波情報、及び動脈血酸素飽和度情報に基づき求められた低酸素リスク報知情報を、報知情報として出力する出力処理と、を行う。

【 0 0 9 1 】

プロセッサは、例えば各部の機能が個別のハードウェアで実現されてもよいし、或いは各部の機能が一体のハードウェアで実現されてもよい。プロセッサは、例えばCPUであってもよい。ただしプロセッサはCPUに限定されるものではなく、GPU (Graphics Processing Unit)、或いはDSP (Digital Signal Processor) 等、各種のプロセッサを用いることが可能である。またプロセッサはASICによるハードウェア回路でもよい。メモリーは、例えばSRAM (Static Random Access Memory)、DRAM (Dynamic Random Access Memory) などの半導体メモリーであってもよいし、レジスタであってもよいし、ハードディスク装置等の磁気記憶装置であってもよいし、光学ディスク装置等の光学式記憶装置であってもよい。例えば、メモリーはコンピューターにより読み取り可能な命令を格納しており、当該命令がプロセッサにより実行されることで、生体情報処理装置100や生体情報処理システムの各部の機能が実現されることになる。ここでの命令は、プログラムを構成する命令セットの命令でもよいし、プロセッサのハードウェア回路に対して動作を指示する命令であってもよい。

10

【 0 0 9 2 】

本実施形態の動作は例えば以下のように実現される。プロセッサは、環境情報及び生体情報を取得し、メモリーに記憶する。環境情報を取得する処理は、プロセッサが、センサー部120からの情報を取得することにより実現してもよいし、プロセッサが外部機器から情報を受信することにより実現してもよい。そしてプロセッサは、メモリーから環境情報及び生体情報を読み出し、低酸素リスク報知情報を求め、求めた低酸素リスク報知情報をメモリーに記憶する。さらにプロセッサは、メモリーから低酸素リスク報知情報を読み出し、読み出した低酸素リスク報知情報の出力処理を行う。

20

【 0 0 9 3 】

また、本実施形態の生体情報処理装置100や生体情報処理システムの各部は、プロセッサ上で動作するプログラムのモジュールとして実現される。例えば情報取得部110は、環境情報及び生体情報を取得する情報取得モジュールとして実現される。処理部130は、環境情報及び生体情報の少なくとも一方に基づく処理を行う処理モジュールとして実現される。出力部140は、気圧情報、脈波情報、及び動脈血酸素飽和度情報に基づき求められた低酸素リスク報知情報を、報知情報として出力する出力モジュールとして実現される。

30

【 0 0 9 4 】

また、本実施形態の手法は、環境情報及び生体情報を取得する情報取得処理と、報知情報を出力する出力処理と、を含み、情報取得処理として、環境情報として気圧情報を取得し、生体情報として脈波情報及び動脈血酸素飽和度情報を取得する処理を行い、出力処理として、気圧情報、脈波情報、及び動脈血酸素飽和度情報に基づき求められた低酸素リスク報知情報を、報知情報として出力する処理を行う生体情報処理方法に適用できる。

【 0 0 9 5 】

3. 低酸素リスク報知情報の生成処理

次に気圧情報、脈波情報及び動脈血酸素飽和度情報に基づく低酸素リスク報知情報の生成処理の具体的な手法について説明する。まず、気圧情報、脈波情報、動脈血酸素飽和度情報の具体的な取得手法を説明した後、図9のフローチャートを用いて低酸素リスク報知情報生成処理の概要について説明する。さらに、キャリブレーション処理と、キャリブレーション結果を用いた処理の具体例について説明する。

40

【 0 0 9 6 】

3. 1 各情報の取得手法

< 環境情報 (気圧情報) >

本実施形態に係る生体情報処理装置100 (狭義にはウェアラブル機器200のケース部30) には気圧センサーが設けられ、気圧情報の取得は、気圧センサーからのセンサー情報に基づいて行われる。或いは、携帯端末装置300が気圧センサーを有してもよい。気圧センサーについてはピエゾ素子を用いた構成等、種々の構成が広く知られているため

50

、詳細な説明は省略する。

【0097】

また、ユーザーが低酸素状態であるか否かに直接的に関わるのは、大気圧ではなく酸素分圧である。よって、生体情報処理装置100の処理部130では、大気圧に基づいて酸素分圧を求め、当該酸素分圧を気圧情報としてもよい。なお、何らかの理由により気圧センサーからの情報を取得できない場合には、GPS信号から求められるGPS高度（位置情報）に基づいて、気圧情報を演算するといった変形実施も可能である。また、通信を介して外部から位置情報や気象情報を取得し、それらに基づいて気圧情報を算出することも可能である。外部からの位置情報取得については、例えば道標などに設置された地理情報を記録したQRコード（登録商標）やバーコード、ビーコン等から、光学的な情報取得手段や近接無線通信を介して位置情報を取得するように構成することができる。

10

【0098】

<生体情報（動脈血酸素飽和度情報）>

図7は還元ヘモグロビンHbの光吸収スペクトルと、酸化ヘモグロビンHbO₂の光吸収スペクトルを示す図である。図7に示すように、酸化ヘモグロビンHbO₂と、還元ヘモグロビンHbとは光吸収スペクトルが異なり、比較的長い波長である λ_1 （ $>\lambda$ ）の光を照射した場合、当該光での吸光係数は酸化ヘモグロビンHbO₂の方が大きいため、当該光の生体での透過光又は反射光の強度（受光部の出力値V₁）は血管中の酸化ヘモグロビンの量を表す指標値となる。同様に、比較的短い波長である λ_2 （ $<\lambda$ ）の光を照射した場合、当該光での吸光係数は還元ヘモグロビンHbの方が大きいため、当該光の生体での透過光又は反射光の強度（受光部の出力値V₂）は血管中の還元ヘモグロビンの量を表す指標値となる。そのため、 $V_1 / (V_1 + V_2)$ は酸化ヘモグロビンの比率を表す指標値、すなわち動脈血酸素飽和度SpO₂に相関を持つ値となる。

20

【0099】

このように、酸化ヘモグロビンHbO₂と、還元ヘモグロビンHbとは光吸収スペクトルが異なるという特性を利用することで、異なる2つの波長の光の透過光、反射光から、動脈血酸素飽和度情報を求めることが可能である。

【0100】

例えば、動脈血酸素飽和度情報を取得するためのセンサーは光電センサーであり、当該光電センサーは、互いに異なる少なくとも2つの波長の光を照射する発光部と、発光部からの光が被検体を透過した透過光、或いは被検体により反射された反射光を受光する受光部と、を含む。一例としては、センサー部120は、第1の波長の光を照射する第1の発光部と、第2の波長の光を照射する第2の発光部と、第1の発光部からの光の生体での透過光又は反射光を受光する第1の受光部と、第2の発光部からの光の生体での透過光又は反射光を受光する第2の受光部とを含む。第1の波長とは例えば赤外光に対応する波長であり、第2の波長とは赤色光に対応する波長である。ただし、光電センサーの構成はこれに限定されず種々の変形実施が可能である。例えば受光部を2つ設けるのではなく、1つの受光部を時分割で利用してもよい。

30

【0101】

以上では、シンプルな手法について説明したが、赤外光と赤色光を用いてSpO₂、或いはSpO₂に類する情報を求める手法は種々の変形実施が知られており、本実施形態ではそれらを広く適用することが可能である。また、一方の波長での酸化ヘモグロビンHbO₂と還元ヘモグロビンHbの吸光度が、他方の波長での吸光度と明確に異なるものであればよく、用いる波長は赤外光と赤色光に限定されない。例えば、一方の光を緑色光に変更するといった変形実施が可能である。

40

【0102】

<生体情報（脈波情報）>

脈波は血液の容積の変化として現れるため、脈波センサーは、計測対象となる部位の血流量の変化を捉えることによって脈波を計測する。血流量と、血中のヘモグロビンの量とに相関関係があることに鑑みれば、血管に対して光を照射した場合、血流量が多くヘモグロ

50

ビンの量が多ければ光の吸収量が大きく透過光又は反射光の強度が小さくなる。逆に、血流量が少なくヘモグロビンの量も少なければ光の吸収量が小さく透過光又は反射光の強度が大きくなる。つまり、脈波センサーは発光部と受光部を含む光電センサーであり、光電センサーにおける検出信号の時間的な変化に基づいて、脈波情報を検出することが可能である。

【 0 1 0 3 】

なお、脈波センサーの発光部が照射する光は、ヘモグロビンにより吸収されやすい波長とするとよく、一般的には緑色光が用いられる。また、脈波情報は脈拍数には限定されず、脈拍間隔（RR間隔）であってもよいし、脈拍間隔の変動であってもよいし、脈波を表す他の情報であってもよい。また、脈拍間隔の変動に基づいて導出される自律神経の活動状態、ストレス状態、リラックス状態、疲労状態などの脈波解析指標であってもよい。

10

【 0 1 0 4 】

なお、本実施形態では本発明の理解を容易にするために動脈血酸素飽和度情報と脈波情報の両方を用いる形態を例示するが、この場合の光電センサーの構成は種々の形態が考えられる。例えば、センサー部 120 は、動脈血酸素飽和度情報を検出するためのセンサーと、脈波センサーとを別途含んでもよい。この場合、センサー部 120 は動脈血酸素飽和度情報用の、第 1 の波長（例えば赤外光）及び第 2 の波長（赤色光）の光を照射する第 1、第 2 の発光部と、脈波情報用の第 3 の波長（緑色光）の光を照射する第 3 の発光部を含む。受光部については、第 1 ～ 第 3 の発光部に対応させて第 1 ～ 第 3 の受光部を設けてもよいし、1又は2つの受光部を設け、時分割で利用してもよい。

20

【 0 1 0 5 】

或いは、動脈血酸素飽和度情報を検出するためのセンサーを用いて脈波情報を検出してもよい。具体的には、動脈血酸素飽和度情報用のセンサーが有する第 1 の発光部と第 2 の発光部のいずれかを、脈波情報検出用の発光部として兼用する。この場合、光の波長は 2 通りとなるため、赤色光を用いて脈波情報を検出し、赤外光と赤色光を用いて動脈血酸素飽和度情報を検出する。或いは、緑色光を用いて脈波情報を検出し、赤外光と緑色光を用いて動脈血酸素飽和度情報を検出する。その他、光の波長は種々の変形実施が可能である。

【 0 1 0 6 】

3.2 処理の概要

30

上述したように、動脈血酸素分圧 PaO_2 は、低酸素リスクを表す指標値として利用できる。ただし、 PaO_2 は本来動脈血を採血し、血液ガス分析を行って計測する情報であり、登山等の活動中に直接計測することは現実的でない。そこで、動脈血酸素飽和度 SpO_2 から、 PaO_2 を推定する手法が知られている。

【 0 1 0 7 】

図 8 は、 PaO_2 と SpO_2 の対応曲線であり、横軸が PaO_2 の値を表し、縦軸が SpO_2 の値を表す。図 8 からわかるように、 PaO_2 と SpO_2 は一方の値が求められれば他方の値への変換が可能である。例えば、 SpO_2 と PaO_2 は、Hill の式として知られる下式 (1) が成り立ち、下式 (1) を変形した下式 (2) を用いることで、 SpO_2 の値から PaO_2 の値を求めることが可能である。なお、下式 (1)、(2) における n は Hill 係数であり、2.7～2.9 といった値が用いられる。また、 K は結合定数であり $(1/P50)^n$ が用いられる。ここでの $P50$ は、酸素飽和度を 50% に保つ動脈血酸素分圧 PaO_2 であり、基準値は 27 (mmHg) である。

40

【数 1】

$$SpO_2 = \frac{K \times PaO_2^n}{(1 + K \times PaO_2^n)} \times 100 \quad \cdots (1)$$

【数 2】

$$PaO_2 = \sqrt[n]{\frac{SpO_2}{(100 - SpO_2) \times K}} \quad \cdots (2)$$

【0108】

常時精度よく SpO_2 の値を計測できるのであれば、上式(2)に基づいて SpO_2 から PaO_2 を求めることで、低酸素リスク報知情報を生成できる。しかし、光電センサーによる動脈血酸素飽和度情報(経皮的動脈血酸素飽和度 SpO_2)の計測は、体動ノイズ等のノイズの影響を受けやすいため、登山等の活動中は計測精度が低下してしまう。従来、光線センサーを用いた SpO_2 の計測機器(パルスオキシメーター)が広く知られているが、そのような機器は安静時に利用することを想定している。

10

【0109】

そこで本実施形態では、高精度での動脈血酸素飽和度情報の計測が可能な状況でキャリブレーションを行い、高精度での動脈血酸素飽和度情報の計測が難しい状況では、当該キャリブレーションの結果(補正情報)を用いて低酸素リスク報知情報を生成する。このようにすれば、精度の低い動脈血酸素飽和度情報を処理に用いる可能性を抑止できる。さらに、キャリブレーションにより補正情報を求めておくため、高精度での動脈血酸素飽和度情報の計測が難しい状況でも、ユーザーの状態を反映した適切な低酸素リスク報知情報の生成が可能になる。補正情報は、高精度の動脈血酸素飽和度情報を含む情報から求められており、個人差を含めたユーザーの生体活動の状態を適切に表す情報となるためである。

20

【0110】

図9は本実施形態の処理を説明するフローチャートであり、図9の処理は例えば生体情報処理装置100の処理部130において実行される。この処理が開始されると、まず処理部130は、キャリブレーションを実行するか否かを判定する(S101)。上述したように、キャリブレーションによる補正情報の演算は SpO_2 を高精度で計測可能な状況で実行することが望ましい。

【0111】

具体的には、処理部130は、安静状態と判定された場合、又はユーザーからの指示情報に基づいて、補正情報を求める。安静状態、すなわちユーザーの体動が小さい状態であれば、 SpO_2 を高精度で計測できる可能性が高い。よって、処理部130はユーザーの行動判定を行い、安静状態と判定された場合にキャリブレーションを実行する。例えば、センサー部120が体動センサーを含む場合、処理部130は、体動センサーの出力(加速度値や角加速度値)が所与の閾値以下の場合に、安静状態と判定すればよい。ユーザーの行動判定は種々の手法が知られており、本実施形態の安静状態の判定では、公知の行動判定手法を広く適用可能である。

30

【0112】

或いは、処理部130は、キャリブレーションを行うか否かをユーザーからの指示情報に基づいて判定してもよい。例えば、登山における休憩時等に生体情報処理装置100の操作部を操作するようユーザーに促しておく。あるいはそのような行為を促すためのメッセージを表示部50に表示する。このようにしておけば、ユーザー操作による指示情報が入力された場合は、 SpO_2 を高精度に計測可能と推定できる。よって処理部130は、指示情報が入力された場合に、キャリブレーションを実行する。

40

【0113】

以上のように、S101の処理は、生体情報処理装置100において判定処理を実行してもよいし、ユーザーからの指示情報の入力を受け付けてもよいし、その両方を用いてもよい。

【0114】

S101でYesの場合は、キャリブレーションを実行し(S102)、キャリブレーション

50

ションの結果である補正情報を記憶部 150 に記憶する (S103)。一方、S102 で No の場合は、以前のキャリブレーション結果として取得されている補正情報を記憶部 150 から読み出し (S104)、補正情報を用いて低酸素リスク報知情報の生成処理を行う (S105)。S103 又は S105 の処理後に、処理部 130 は、処理を終了するかを判定し (S106)、Yes の場合には処理を終了し、No の場合には S101 に戻り処理を継続する。S102 及び S105 の詳細な処理については後述する。

【0115】

なお、低酸素リスク報知情報を生成する具体的なステップは S105 であるため、本実施形態ではこれを狭義の低酸素リスク報知情報生成処理とする。ただし、S105 の処理には補正情報が用いられることに鑑み、本実施形態では、S102 を含む図 9 のフローチャート全体についても、低酸素リスク報知情報生成処理 (広義の低酸素リスク報知情報生成処理) と考える。

10

【0116】

3.3 キャリブレーション

図 10 は、外呼吸及び内呼吸による酸素の循環を表すモデル図である。図 10 において、PB は大気圧、PIO₂ は吸入気酸素分圧、PAO₂ は肺泡気酸素分圧、PACO₂ は肺泡気二酸化炭素分圧、PaO₂ は動脈血酸素分圧、PvO₂ は静脈血酸素分圧を表す。なお、図 10 において、O₂ とともに記された数値は対象部分での酸素分圧 (単位 mmHg) をあらわし、CO₂ とともに記された数値は対象部分での二酸化炭素分圧 (単位 mmHg) を表す。ただし、酸素分圧、二酸化炭素分圧の数値は概算値であり、具体的な値はユーザーの周辺環境や健康状態等に応じて変動する。

20

【0117】

まず大気圧が PB であるため、大気中の酸素分圧は PB に対して大気中の酸素比率 (例えば 21%) を乗じた値となる。ユーザーは呼吸により大気中から酸素を取り込むが、人の食道等の空間は飽和水蒸気により満たされているため、吸入気酸素分圧 PIO₂ は、飽和水蒸気のみで大気中の酸素分圧に比べて低下することになる。具体的には、PB と PIO₂ は下式 (3) の関係となる。

$$PIO_2 = (PB - \text{飽和水蒸気圧}) \times \text{酸素比率} \quad \dots (3)$$

【0118】

ここで、飽和水蒸気圧は温度に依存した数値となるが、人の体温は極端に大きく変動しないことに鑑みれば、所与の定数としてもよい。例えば、 $T = 37$ とした場合の飽和水蒸気圧である 47 mmHg を用いればよい。

30

【0119】

また、肺 (肺泡) では、静脈血に対して酸素を放出するとともに、静脈血から二酸化炭素を吸収するプロセス、いわゆるガス交換が行われ、ガス交換後の血液が動脈血として心拍により全身の組織に供給される。つまり肺泡気酸素分圧 PAO₂ は、ガス交換の分だけ吸入気酸素分圧 PIO₂ に比べて低下することになる。この低下量は、組織における酸素の消費量に相当する量となる。組織で消費した酸素の量に対する、当該消費により生成された二酸化炭素の量の比率を表す情報として、呼吸商 R が知られている。肺泡気二酸化炭素分圧 PACO₂ が組織で生成された二酸化炭素の量に対応すると考えれば、PACO₂ / R が組織で消費した酸素の量を表すことになる。よって、PIO₂ と PAO₂ とは下式 (4) の関係となる。呼吸商 R は、燃焼対象によって値が異なり、例えば脂肪を燃焼させる場合は 0.7 程度、糖質を燃焼させる場合は 1.0 程度である。ここでは、R を定数として扱い、例えば $R = 0.8$ とする。

40

$$PAO_2 = PIO_2 - PACO_2 / R \quad \dots (4)$$

【0120】

また、肺泡気酸素分圧 PAO₂ と、動脈血酸素分圧 PaO₂ とは、定常状態では下式 (5) の関係にあることが知られている。下式 (5) における AaDO₂ は、肺泡気動脈血酸素分圧較差であり、ガス交換が正常に行われているか否かを表す指標値として知られている。すなわち AaDO₂ は、本来ユーザーの健康状態に応じて異なる値となる。ただし

50

、本実施形態では登山等の活動を行うユーザーを対象としているため、ある程度健康状態がよいと仮定してよい。よってここでは、 $AaDO_2$ を定数として扱い、例えば $AaDO_2 = 5$ (mmHg)とする。

$PaO_2 - PAO_2 - AaDO_2 \dots (5)$

【0121】

また、上式(5)は時間に関する項を含まない式、すなわち定常状態を表す定常式である。しかし、上式(5)は過渡状態(過渡応答)を表す式に拡張可能である。具体的には、動脈血酸素分圧 PaO_2 は、静脈血(酸素分圧は PvO_2)と、肺泡気(酸素分圧は PAO_2)との間での拡散によって決定される。よって、ガス交換の時定数を Th とし、ガス交換の開始からの継続時間(拡散時間)を t とした場合に、 PaO_2 と PAO_2 は下式(6)の関係となる。図2を用いて上述したように、拡散時間 t は脈拍間隔に相当する時間を用いればよい。あるいは、拡散時間 t は脈拍間隔の測定値は用いずに、1分間の拍動回数である脈拍数から一拍の周期を求めることで算出しても良い。この場合、体動ノイズ等の影響で脈波間隔が測定できなかった場合でも、拡散時間 t として適切な値を設定することができる。

10

【数3】

$$PaO_2 = PvO_2 + (PAO_2 - PvO_2)(1 - e^{-\frac{\ln 2}{Th} \times t}) \dots (6)$$

20

【0122】

ここで、ガス交換の時定数とは、血液が所定量の50%に相当する酸素を肺泡から受け取ることができる時間を表す。例えば、上式(6)において $t = Th$ となった場合には、 $PaO_2 = (PvO_2 + PAO_2) / 2$ となる。

【0123】

上述してきたように、低酸素リスクを判定する指標値として、体内酸素分圧情報(狭義には動脈血酸素分圧 PaO_2)を利用できる。つまり、処理部130は、気圧情報、脈波情報、及び動脈血酸素飽和度情報に基づいて、体内酸素分圧情報を求め、体内酸素分圧情報に基づいて、低酸素リスク報知情報を生成するとよい。このようにすれば、ユーザーの体内での酸素の供給状態を表す体内酸素分圧情報を用いるため、適切な低酸素リスク報知情報を出力できる。

30

【0124】

その際、処理部130は、気圧情報、脈波情報、及び動脈血酸素飽和度情報に基づいて、補正情報を求めるとよい。そして処理部130は、補正情報に基づいて体内酸素分圧情報を演算する。このようにすれば、 SpO_2 を精度よく求めることができない状態においても、測定できる情報(気圧情報、脈波情報)と上式(6)から PaO_2 を求めることが可能になる。

【0125】

ここで、センサー部120等を用いた直接的な測定が可能な情報、及び測定可能な情報から演算可能な情報は、補正情報として保持する必要性は低い。逆に言えば、直接的な測定もできず、且つ測定できる情報から演算することもできない情報を補正情報とするとよい。具体的には、処理部130は、ガス交換の時定数 Th を補正情報として求める。このようにすれば、 Th と上式(6)を用いた演算が可能になる。さらに、 Th は対象としているユーザーのガス交換の能力を表す指標値となるため、ユーザーの心肺機能の高低を Th を用いて推定することも可能になる。

40

【0126】

図11は、キャリブレーション処理を説明するフローチャートである。この処理が開始されると、まず、処理部130は、気圧情報として大気圧の値 PB 、脈波情報として脈拍間隔の値 t 、動脈血酸素飽和度情報として SpO_2 の値を取得する($S201 \sim S203$)。なお、 $S201 \sim S203$ は図11に示した順序は限定されず、順序を入れ替えたり

50

並列で処理を行うことも可能である。また、S 2 0 4 以降の処理についても、S 2 0 4 と S 2 0 5 の順序を入れ替え可能であるように、具体的な処理手順については種々の変形実施が可能である。

【0127】

P B が既知であるため、処理部 1 3 0 は、上式 (3) により P I O 2 を求める (S 2 0 4)。また、図 8 及び上式 (2) を用いて上述したように、S p O 2 から P a O 2 を求めることができる。よって、処理部 1 3 0 は、S p O 2 に基づいて、動脈血酸素分圧 P a O 2 を求める (S 2 0 5)。また、P a O 2 が既知となったため、処理部 1 3 0 は、上式 (5) により P A O 2 を求める (S 2 0 6)。さらに、P I O 2 及び P A O 2 が既知となったため、処理部 1 3 0 は、上式 (4) により P A C O 2 / R を求める (S 2 0 7)。

10

【0128】

また、上述したように、P I O 2 と P A O 2 の差 (P A C O 2 / R に対応) は、組織での活動により消費された酸素の量に対応する。そして、組織での活動により消費された酸素の量とは、動脈血酸素分圧 P a O 2 と、静脈血酸素分圧 P v O 2 の差に等しいと考えられる。この関係を示した図が、図 1 2 であり、図 1 2 において a = b と考えてよい。すなわち下式 (7) が成り立つ。

$$P I O 2 - P A O 2 = P a O 2 - P v O 2 \quad \dots (7)$$

【0129】

上述した処理により P I O 2、P A O 2、P a O 2 が既知となっているため、処理部 1 3 0 は、上式 (8) により P v O 2 を求める (S 2 0 8)。以上の処理により、P a O 2、P v O 2、P A O 2、t が既知となったため、これらの値を上式 (6) に代入することで、処理部 1 3 0 は、ガス交換の時定数 T h を求める (S 2 0 9)。

20

【0130】

以上をまとめると、動脈血酸素飽和度情報 (S p O 2) から求められる動脈血酸素分圧を P a O 2 とし、気圧情報 (P B) から求められる肺泡気酸素分圧を P A O 2 とし、脈波情報から求められる脈拍間隔を t とし、静脈血酸素分圧を P v O 2 とした場合に、ガス交換の時定数である T h は上式 (6) で表されることになる。より具体的には、処理部 1 3 0 は、上式 (6) を用いた演算処理によりガス交換の時定数 T h を求める。

【0131】

なお、S 2 0 7 で求めた P A C O 2 (或いは呼吸商 R まで含めた P A C O 2 / R)、S 2 0 8 で求めた P v O 2 についても、気圧情報 (P B)、脈波情報 (t) から求めることができない情報であるため補正情報として保持しておくことよい。よって記憶部 1 5 0 は、ガス交換の時定数 T h、静脈血酸素分圧 P v O 2、及び肺泡気二酸化炭素分圧 P A C O 2 を、補正情報として記憶する。

30

【0132】

3. 4 キャリブレーション結果 (補正情報) に基づく報知情報生成処理

次に図 9 の S 1 0 5 で実行される処理の詳細について説明する。S 1 0 5 の処理は、例えば登山における活動中 (移動中) に実行される。

【0133】

3. 4. 1 動脈血酸素分圧 P a O 2 を求める例

図 1 3 は、S 1 0 5 の処理を説明するフローチャートである。この処理が開始されると、処理部 1 3 0 は、センサー部 1 2 0 からのセンサー情報を取得する。上述したように、S 1 0 5 の処理が実行される際には、体動ノイズ等の影響により動脈血酸素飽和度情報 (S p O 2) の高精度での測定は難しいと考えられる。よって処理部 1 3 0 は、気圧情報として大気圧の値 P B、脈波情報として脈拍間隔の値 t を取得する (S 3 0 1、S 3 0 2)。また、図 9 の S 1 0 4 の処理において、S 1 0 3 で記憶部 1 5 0 に記憶されていた補正情報を読み出す。具体的には、処理部 1 3 0 は、ガス交換の時定数 T h、静脈血酸素分圧 P v O 2、肺泡気二酸化炭素分圧 P A C O 2 を記憶部 1 5 0 から読み出す。

40

【0134】

そして処理部 1 3 0 は、P B と上式 (3) から P I O 2 を求めるとともに、求めた P I

50

O₂と、補正情報として読み出したPACO₂/Rと、上式(4)からPAO₂を求める(S303)。

【0135】

PvO₂及び時定数Thは補正情報としてS104で取得され、拡散時間tはS302で取得され、PAO₂がS303で求められている。よってこれらの値を上式(6)に代入することで、処理部130は、処理対象タイミングにおける動脈血酸素分圧PaO₂の推定値を求める(S304)。

【0136】

以上の処理をまとめると、処理部130は、第1のタイミングで取得された気圧情報、脈波情報、及び動脈血酸素飽和度情報に基づいて、補正情報として上式(6)におけるPvO₂及びThを求め、求められたPvO₂及びThと、第2のタイミングで取得された気圧情報から求められる肺泡気酸素分圧PAO₂と、第2のタイミングで取得された脈波情報から求められる脈拍間隔tと、上式(6)と、に基づいて、第2のタイミングにおける体内酸素分圧情報として、動脈血酸素分圧であるPaO₂を演算する。

10

【0137】

ここで、第1のタイミングとは具体的にはキャリブレーションの実行タイミングであり、第2のタイミングとは所与のキャリブレーションと次のキャリブレーションの間のタイミングである。このようにすれば、キャリブレーションの非実行時、すなわちSpO₂の高精度での測定が難しい状況においても、キャリブレーション結果である補正情報を用いて適切にPaO₂を求めることが可能になる。

20

【0138】

処理部130は、求めたPaO₂に基づいて、低酸素リスク報知情報を生成する(S305)。単純には、処理部130は、求めたPaO₂の値そのものを低酸素リスク報知情報としてもよいし、PaO₂の値と所与の閾値との比較処理の結果を低酸素リスク報知情報としてもよい。例えば、動脈血酸素分圧PaO₂が70mmHg程度になると、低酸素血症のおそれがあり、50mmHgを下回るとチアノーゼが出始め、30mmHgを下回ると組織障害が始まる、といった一般的な関係が知られている。よってPaO₂の値そのものを出力(表示)することでも低酸素リスクを報知することは可能であるし、70や50といった具体的な値との比較結果を出力することでも低酸素リスクを報知できる。

【0139】

30

ただし、標高の高い場所で活動を行う場合、大気中の酸素分圧自体が低下するため、健康な状態のユーザーであっても、体内酸素分圧(動脈血酸素分圧PaO₂)の値は平地に比べて低下する。つまり、平地のような一般的な状態を想定している70mmHg、50mmHg等の値を、高地で活動中のユーザーの状態判定にそのまま用いてしまうと、精度のよい低酸素リスクの判定はできない。例えば、健康な状態で活動しているユーザーについても、低酸素リスクが高いと誤判定するおそれがある。

【0140】

そこで本実施形態では、標高に応じた許容酸素分圧を設定し、当該許容酸素分圧と、推定されたPaO₂とを用いて低酸素リスク報知情報を生成してもよい。図14は、複数の被験者に高地での活動を行わせ、当該活動において高山病症状を発症しなかった被験者の動脈血酸素飽和度SpO₂の実測値を表す図である。図14の横軸は標高を表し、縦軸(左部分)はSpO₂の値を表す。図14のA1は高山病症状を発症しなかった被験者の、標高ごとのSpO₂の平均値を表し、A2は(平均値-2σ)を表す。つまり、高山病症状を発症しないユーザーのSpO₂は、十分な確率でA2に示した数値よりも大きいことが期待される。言い換えれば、各標高でのSpO₂がA2の数値を下回るユーザーは、高山病症状の発症可能性を否定できない。つまり、A2は許容されるSpO₂の下限值(許容酸素飽和度)を表すことになる。

40

【0141】

SpO₂は上式(2)によりPaO₂に変換可能であるため、図14のA2に基づいて、標高ごとの許容酸素分圧を求めることが可能である。記憶部150は、A2に示した標

50

高ごとの許容酸素飽和度、又は標高ごとの許容酸素分圧をあらかじめ記憶しておく。処理部 130 は、処理対象タイミングにおける標高を取得し、当該標高と、記憶部 150 に記憶されている標高ごとの許容酸素分圧に基づいて、処理対象タイミングでの許容酸素分圧を求める。そして処理部 130 は、求めた許容酸素分圧と、S304 で求めた P_{aO_2} を比較することで低酸素リスク報知情報を生成すればよい。例えば、上式(6)から求めた P_{aO_2} が許容酸素分圧を下回った場合に、低酸素リスクが高いことを表す低酸素リスク報知情報を生成する。或いは、上式(6)から求めた P_{aO_2} と、許容酸素分圧を合わせて表示するための情報を低酸素リスク報知情報としてもよい。この場合、ユーザーは P_{aO_2} の値が許容酸素分圧を下回らないように注意しながら活動を行うことが可能になる。

【0142】

10

なお、標高は種々の手法により取得することが可能である。例えば、センサー部 120 が GPS 受信機を含む場合、処理部 130 は、GPS 受信機からの GPS 信号に基づいて標高を取得できる。或いは、GPS 信号と気圧センサーからの気圧情報の両方を用いて、高精度な標高情報を求めてもよい。或いは、変形例として後述するように、気圧情報に基づいて標高を演算してもよい。

【0143】

3.4.2 許容脈拍数を求める例

ただし、 P_{aO_2} は血液中の酸素量を直接的に表す有用な情報であるものの、ユーザーにとっては直感的にわかりやすい数値とは言えない。例えば、 P_{aO_2} の数値が許容酸素分圧に近づいていることが低酸素リスク報知情報として報知されたとしても、どのような行動を取れば P_{aO_2} がどのように推移するかという予想を立てることが困難な場合がある。

20

【0144】

よって本実施形態では、脈拍数に関する情報を低酸素リスク報知情報として出力してもよい。具体的には、出力部 140 は、低酸素リスク報知情報として、低酸素リスク状態に対応する脈拍数を表す情報を出力する。

【0145】

上式(6)は、補正情報である P_{vO_2} 及び T_h 、及び P_B から求められる P_{AO_2} を定数と捉えた場合、動脈血酸素分圧 P_{aO_2} と拡散時間(脈拍間隔) t の関係を規定する式であると考えられる。つまり、以上では上式(6)を、拡散時間 t に基づいて P_{aO_2} を求める式として利用していたが、上式(6)は許容酸素分圧から当該許容酸素分圧に対応する拡散時間 t を求める式としても利用できる。そして、拡散時間 t は脈拍間隔に対応するため、脈拍数 HR (bpm) は下式(8)により容易に演算できる。

30

$$HR = 60 / t \quad \dots (8)$$

【0146】

つまり処理部 130 は、処理対象タイミングにおける標高を取得し、当該標高と、記憶部 150 に記憶されている標高ごとの許容酸素分圧に基づいて、処理対象タイミングでの許容酸素分圧を求め、当該許容酸素分圧と上式(6)、(8)に基づいて、許容脈拍数(広義には低酸素リスク状態に対応する脈拍数)を求める。

【0147】

40

図14は、標高と許容脈拍数の関係を表す図でもある。図14の縦軸(右側)は脈拍数の値を表す。図14のA3は、A2に示した許容酸素飽和度と上式(6)から求められた許容心拍数の一例を表す。A4は、各標高での、低酸素リスクが比較的小さいと考えられる平均的な脈拍数を表し、A3とA4を比較すればわかるように、A4は許容脈拍数を表す情報として適当である。

【0148】

このようにすれば、低酸素リスクを脈拍数というわかりやすい形態でユーザーに提示することが可能になる。近年は脈拍数を測定、表示する機器も普及しており、ユーザーは自身の活動状態と脈拍数との関係について知見を有していることも多い。例えば、運動の負荷、運動の継続時間、疲労の程度等から自分の脈拍数がどのような変化をするか、ある程

50

度推測可能と考えられる。つまり、脈拍数を低酸素リスク報知情報に用いることで、ユーザーに対して低酸素リスクを低減するための適切な行動を取らせること等が可能になる。

【0149】

特に、上式(6)は、ガス交換の時定数 T_h 等を補正情報として利用するものであり、当該補正情報は、実測された脈波情報や動脈血酸素飽和度情報に基づき求められている。つまり、上式(6)により求められる許容脈拍数は、ユーザーごとの個人差を反映した情報となる。これにより、低酸素リスク報知情報として、個人差を考慮した情報を出力可能となる。図14では、A2からA3が求められるものとして説明したが、同じA2を用いたとしても、求められる許容脈拍数は、ユーザーに応じて変化することになる。

【0150】

なお、出力部140は、低酸素リスク報知情報として、現在の脈拍数、及び低酸素リスク状態に対応する脈拍数を出力してもよい。現在の脈拍数は、情報取得部110が取得する脈波情報を用いて求めればよい。

【0151】

このようにすれば、低酸素リスク状態に対応する脈拍数と、現在の脈拍数との比較が容易になるため、ユーザーによる現在のリスク度合いの把握、今後の行動方針の立案等を容易にすることが可能になる。このような低酸素リスク報知情報を表示する具体的な表示画面の例については、図15を用いて後述する。

【0152】

3.4.3 積算時間を求める例

また、以上では動脈血酸素分圧 P_{aO_2} を求める手法、及び脈拍数を求める手法について説明し、それぞれについて低酸素リスク状態に対応する値(許容酸素分圧、許容脈拍数)を用いる手法についても説明した。上述したように、 P_{aO_2} が許容酸素分圧を下回る場合、脈拍数が許容脈拍数を上回る場合に、処理部130は低酸素リスクが高い(低酸素リスク状態である)と判定する。

【0153】

ただし、低酸素環境での作業を行う場合、対象環境で許容される作業時間が設定されていることも多い。例えば、水中で作業を行うダイバーは、60分の作業を行う場合、作業環境での酸素分圧は最低でも約0.14atmにとどめることが推奨されている。これは言い換えれば、標高3500m相当の酸素分圧下での作業を60分以上継続すると、低酸素による悪影響が出るとの指針になる。つまり上記の例においても、ユーザーの P_{aO_2} が許容酸素分圧を下回る時間(脈拍数が許容脈拍数を上回る時間)が所定時間を超えるような場合に、特に低酸素リスクが高いと考えられる。

【0154】

よって本実施形態では、処理部130は、低酸素リスク状態となっている積算時間を求めてもよい。ここでの積算時間とは、低酸素リスク状態と判定された時間の活動(登山)開始時からの合計値であり、連続する時間には限定されない。例えば、処理部130は、 P_{aO_2} が許容酸素分圧を下回った場合、又は脈拍数が許容脈拍数を上回った場合に、カウンターのカウントアップを行い、当該カウンターのカウント値を積算時間として出力すればよい。そして、当該カウンターのカウント値は、登山等の一連の活動が終了するタイミング(より広義には低酸素リスクが充分低い環境となったタイミング)でリセットされる。

【0155】

そして、出力部140は、低酸素リスク報知情報として、低酸素リスク状態と判定された積算時間を表す情報を出力する。

【0156】

このようにすれば、低酸素リスク状態となっている積算時間をユーザーに提示することができる。上述したように、積算時間はユーザーの低酸素リスクに直結する情報であるため、積算時間を出力することで、ユーザーに対して高山病症状の発症を抑止するような適切な対応を促すことが可能になる。例えばユーザーは、積算時間が長くなるほど、自身の

10

20

30

40

50

低酸素リスクが高いということを容易に理解可能である。

【 0 1 5 7 】

また、出力部 1 4 0 は、現在の積算時間、及び積算時間の上限値を出力してもよい。ここでの上限値とは、例えば上記の 6 0 分である。このようにすれば、ユーザーに対してわかりやすい形態で警告を行うことが可能になる。具体的には、現在の積算時間が上限値に達してしまうと、ユーザーの低酸素リスクが非常に高いことになるため、ユーザーに対して積算時間が上限値を超えないような対応を促すことが可能になる。具体的な表示画面については図 1 6 を用いて後述する。

【 0 1 5 8 】

なお、上限値は 6 0 分等の固定値を用いてもよいが、現在の気圧情報の値や、標高の値に応じて可変に設定してもよい。例えば、気圧（酸素分圧）が下がるほど、上限値を短く設定すれば、ユーザーに対してより安全な行動を促すことが可能になる。

10

【 0 1 5 9 】

また、積算時間に関する情報は、他の情報（P a O₂、又は脈拍数、又はその両方）とともに出力されてもよいし、積算時間のみが出力されてもよい。

【 0 1 6 0 】

4 . 表示画面の具体例

次に、低酸素リスク報知情報を表示部で表示する場合の、表示画面の具体例を説明する。なお、以下では、ウェアラブル機器 2 0 0 の表示部 5 0 において表示を行う例を説明するが、報知情報を表示する表示部は、携帯端末装置 3 0 0 や情報処理装置 4 0 0 等に設けられてもよい。

20

【 0 1 6 1 】

図 1 5 は、低酸素リスク報知情報である脈拍数に関する情報を表示する画面例である。図 1 5 では、脈拍数（B 1）を表示しており、具体的には現在の脈拍数（B 1 1）と、上式（6）から求められる低酸素リスク状態に対応する脈拍数（B 1 2）が表示される。また図 1 5 では、脈拍数の横に補助的な情報（B 2）を表示することでユーザーにわかりやすい表示としている。具体的には、矢印（B 2 1）及び人の上半身及び肺を表すオブジェクトとパツ印（B 2 2）を表示し、脈拍数が B 1 2 に示した数値に到達することで、低酸素リスクが高くなることを明示している。また、表示部 5 0 は、時刻（B 3）、日付（B 4）等、時計を用いて一般的に表示される情報を表示してもよい。

30

【 0 1 6 2 】

図 1 6 は、低酸素リスク報知情報である脈拍数に関する情報とともに、低酸素リスク状態となった積算時間に関する情報を表示する画面例である。図 1 6 の C 1（C 1 1、C 1 2）、C 2（C 2 1、C 2 2）、C 3、C 4 については、図 1 5 の B 1 ~ B 4 と同様である。また、図 1 6 では、低酸素リスク状態であることを表す文字列「Low」とともに、積算時間に関する情報（C 5）を表示する。具体的には、現在の積算時間（C 5 1）と、積算時間の上限値（C 5 2）が表示される。

【 0 1 6 3 】

図 1 7 は、より詳細な情報を表示する画面例である。図 1 7 では、図 1 5 等と同様に、脈拍数に関する情報（D 1）を、現在の脈拍数（D 1 1）と低酸素リスク状態に対応する脈拍数（D 1 2）により表示している。

40

【 0 1 6 4 】

また、大気中の酸素の量に直結する情報が酸素分圧（大気中の酸素分圧）であることに鑑み、酸素分圧に関する情報（D 2）をグラフを用いて表示している。具体的には、縦方向が酸素分圧の値を表し、D 2 1 の位置が 0 . 1 4 a t m、D 2 2 の位置が 0 . 1 6 a t m、D 2 3 の位置が 0 . 1 8 a t m、D 2 4 の位置が 0 . 2 1 a t m を表す。低酸素リスクがある酸素分圧の目安として 0 . 1 8 a t m という値が知られているため、図 1 7 では 0 . 1 8 a t m に対応する位置に横方向の破線を表示している。さらに、低酸素リスクが高く危険な酸素分圧の範囲（0 . 1 6 a t m 未満）を、図 1 5 の B 2 2 と同様のオブジェクト（D 2 5）を表示することで明確にしている。図 1 7 では、現在の酸素分圧の値を、三

50

角形のオブジェクト(D 2 6)により表示している。図 1 7 の例であれば、現在の酸素分圧値 D 2 6 は、D 2 3 に示した低酸素リスクがある酸素分圧を下回っているが、危険な酸素分圧の範囲を表すオブジェクト D 2 5 とは重複しないということがわかる。

【0 1 6 5】

また、現在の気圧に関する情報(D 5)を表示しており、具体的には気圧の現在値(D 5 1)とともに、気圧の変化傾向(D 5 2)を表示する。図 1 7 の例では、D 5 2 で下方向の矢印を表示することで、気圧が低下傾向にあることが表示されている。また、図 1 7 では、ユーザーの現在位置を、図を用いて表示している(D 6)。具体的には、登山対象である山の概略的な形状(登山ルート of 標高変化)を D 6 1 に表示するとともに、当該登山ルート中の現在位置を縦方向のバー D 6 2 を用いて明示している。D 6 の情報は、例えば GPS 受信機により取得される位置情報と、マップ情報(地形情報)を用いて生成できる。なお、時刻(D 3)、日付(D 4)については図 1 5 と同様である。

10

【0 1 6 6】

図 1 8 は、キャリブレーション時に表示される画面例である。キャリブレーション時には、上述したように気圧情報、脈波情報及び動脈血酸素飽和度情報が用いられる。よって図 1 8 では、キャリブレーションに用いる情報(E 1)として、気圧の値(E 1 1)、動脈血酸素飽和度の値である SpO₂(E 1 2)、及び脈拍数(E 1 3)を表示している。また、生体情報処理装置 1 0 0 がキャリブレーションモードで動作していることを明示するため、モードに関する情報(E 2)を表示する。時刻(E 3)については図 1 5 と同様である。

20

【0 1 6 7】

5 . 変形例

以下、幾つかの変形例について説明する。

【0 1 6 8】

5 . 1 時定数に基づく順化指標の報知

上式(6)を用いて上述したように、キャリブレーション時には、ユーザー周辺の気圧情報と、ユーザーを対象として実測された脈波情報、及び動脈血酸素飽和度情報を用いて、ガス交換の時定数 T_hを求める。つまり求められた時定数 T_hは、個人差を含むユーザーの状態を反映した情報となる。

【0 1 6 9】

そして時定数 T_hは、上述したように血液が所定量の 5 0 % に相当する酸素を肺胞から受け取ることができる時間を表す。つまり、T_hが小さいほど、より短い時間で酸素の受け取りが可能であり、ガス交換の効率がよい。逆に、T_hが大きいほど、長い時間をかけなければ酸素を受け取れず、ガス交換の効率が悪いことになる。つまり、時定数 T_hは対象となるユーザーのガス交換の能力を表す指標値として利用可能な情報である。

30

【0 1 7 0】

よって時定数 T_hを、動脈血酸素分圧 P a O₂の演算や、許容脈拍数の演算に利用するだけでなく、ユーザーの能力を表す情報として出力してもよい。例えば標準的な T_hの値を求めておき、当該標準的な値に対する高低によりユーザーのガス交換の能力をわかりやすく提示する。或いは、多くのユーザーを対象として T_hのデータを保持しておき、他のユーザーと比較した場合に対象ユーザーがどのような位置にいるかを提示してもよい。

40

【0 1 7 1】

或いは、同じユーザーが登山等の活動(或いは高地トレーニング、低酸素室でのトレーニング)を繰り返したことで、T_hがどのように変化していったかという経時変化に関する情報も非常に重要である。このようにすれば、低酸素環境での活動を繰り返すことで、ユーザーの順化がどの程度進んでいるかを判定する指標値として、時定数 T_hを利用できる。

【0 1 7 2】

5 . 2 標高に関する変形例

図 1 4 を用いて上述したように、処理部 1 3 0 は、低酸素リスク状態に対応する動脈血

50

酸素分圧 P_{aO_2} や、低酸素リスク状態に対応する脈波数を、標高情報に基づいて求める。上述の説明では、センサー部 120 が GPS 受信機を有するものとしたが、これには限定されず、気圧センサーの気圧情報から標高を求めてもよい。

【0173】

気圧及び標高は、下式(9)に示す関係がある。下式(9)における h_0 が第1の地点での標高(m)、 P_0 が第1の地点での気圧(hPa)、 T が第1の地点での温度()を表し、 h が対象地点での標高(m)、 P が対象地点での気圧(hPa)を表す。

【数4】

$$h = \frac{\left(\left(\frac{P_0}{P} \right)^{\frac{1}{5.257}} - 1 \right) \times (T + 273.15)}{0.0065} + h_0 \quad \dots (9)$$

【0174】

所与の地点を第1の地点として、当該地点における標高 h_0 、気圧 P_0 、気温 T を求めておけば、上式(9)の P に現在の気圧値を代入することで、標高 h を算出できる。例えば、登山開始前には、所与の地点を海面に対応する地点とし、 $h_0 = 0$ m、 $P_0 = 1013.25$ hPa とし、 T を海面地点での気温としておけばよい。海面地点での気温 T は、15 といった固定値を用いてもよいし、温度センサーによる実測値を用いてもよい。

【0175】

また、上述した例では、記憶部 150 は、標高ごとの許容酸素飽和度(或いは許容酸素分圧)の情報を記憶するものとしたがこれには限定されない。例えば、あらかじめ標高を気圧値に変換しておき、記憶部 150 は、気圧ごとの許容酸素飽和度(或いは許容酸素分圧)の情報を記憶しておいてもよい。

【0176】

5.3 温度に基づく飽和水蒸気圧の算出

また、上式(3)を用いて上述したように、PB から PI_{O_2} を求める際に、飽和水蒸気圧の値を用いる。上述の例では、飽和水蒸気圧を固定値(47 mmHg)としたが、厳密には飽和水蒸気圧は温度に応じて変化する。よって、センサー部 120 がユーザーの体温を測定する温度センサーを含む場合、当該温度センサーにより検出された体温に基づいて、飽和水蒸気圧の値を演算してもよい。具体的には、処理部 130 は、温度を T とした場合に、Tetens の式として知られる下式(10)を用いて飽和水蒸気圧 $e(T)$ hPa を求める。

【数5】

$$e(T) = 6.1078 \times 10^{\frac{7.5T}{T+237.3}} \quad \dots (10)$$

【0177】

以上、本発明を適用した実施形態およびその変形例について説明したが、本発明は、各実施形態やその変形例そのままに限定されるものではなく、実施段階では、発明の要旨を逸脱しない範囲内で構成要素を変形して具体化することができる。また、上記した各実施形態や変形例に開示されている複数の構成要素を適宜組み合わせることによって、種々の発明を形成することができる。例えば、各実施形態や変形例に記載した全構成要素からいくつかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施の形態や変形例で説明した構成要素を適宜組み合わせてもよい。また、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語と共に記載された用語は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。このように、発明の主旨を逸脱し

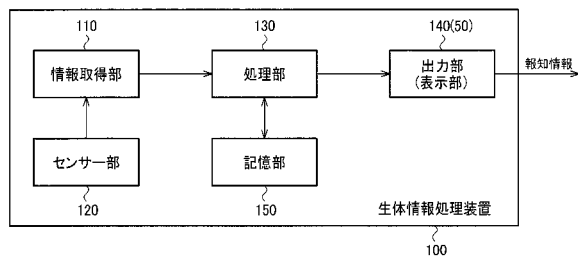
ない範囲内において種々の変形や応用が可能である。

【符号の説明】

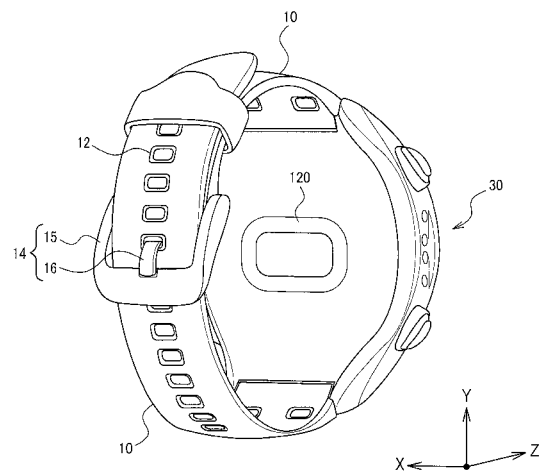
【0178】

N E ... ネットワーク、10 ... バンド部、12 ... 嵌合穴、14 ... 尾錠、15 ... 尾錠枠、
16 ... 係止部、30 ... ケース部、50 ... 表示部、100 ... 生体情報処理装置、
110 ... 情報取得部、120 ... センサー部、130 ... 処理部、140 ... 出力部、
150 ... 記憶部、200 ... ウェアラブル機器、300 ... 携帯端末装置、
400 ... 情報処理装置

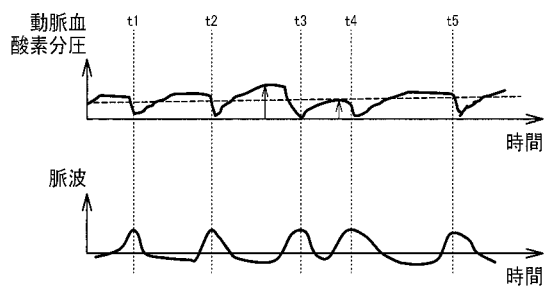
【図1】



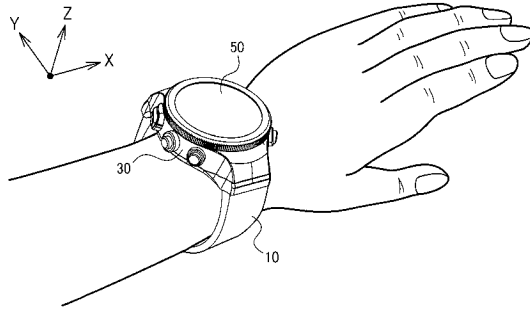
【図3】



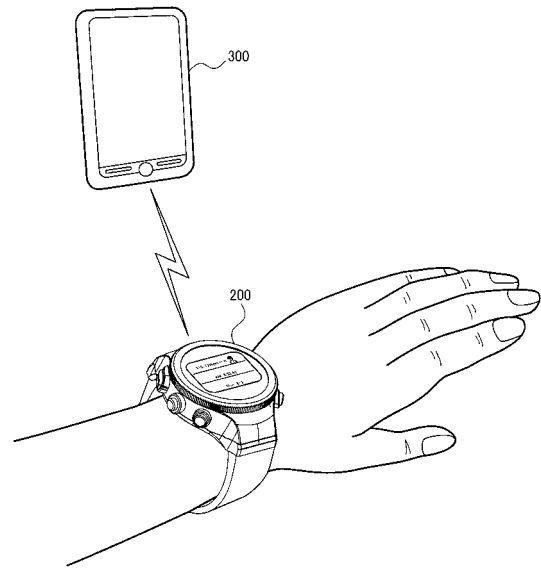
【図2】



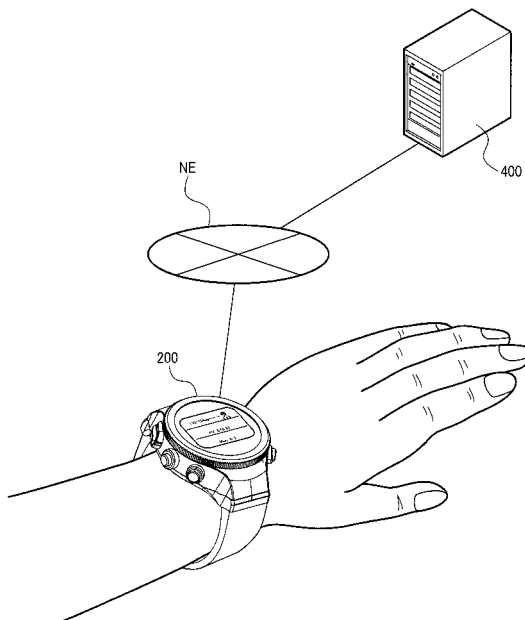
【図4】



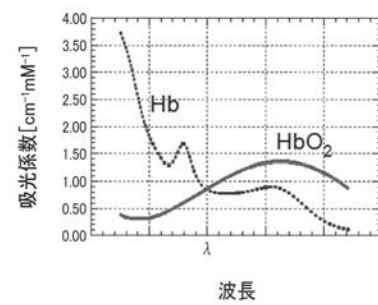
【図5】



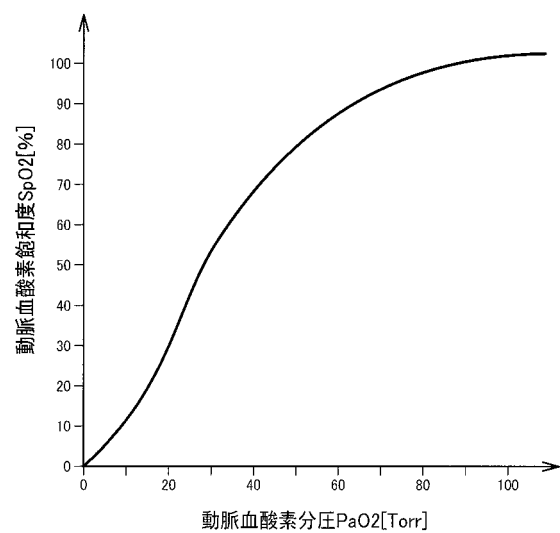
【図6】



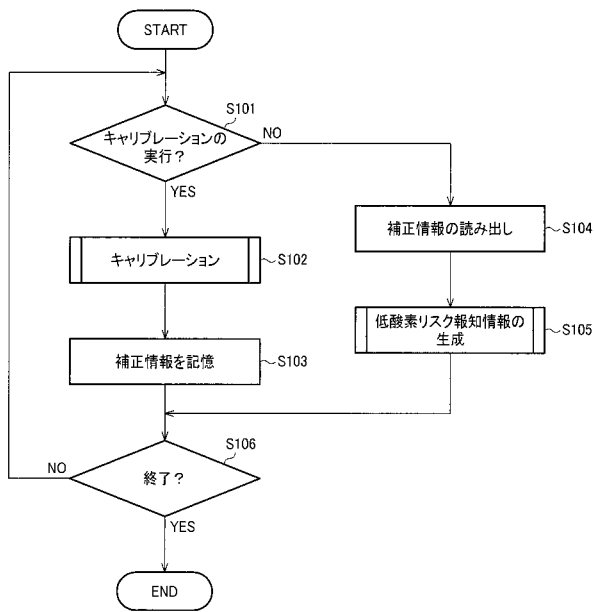
【図7】



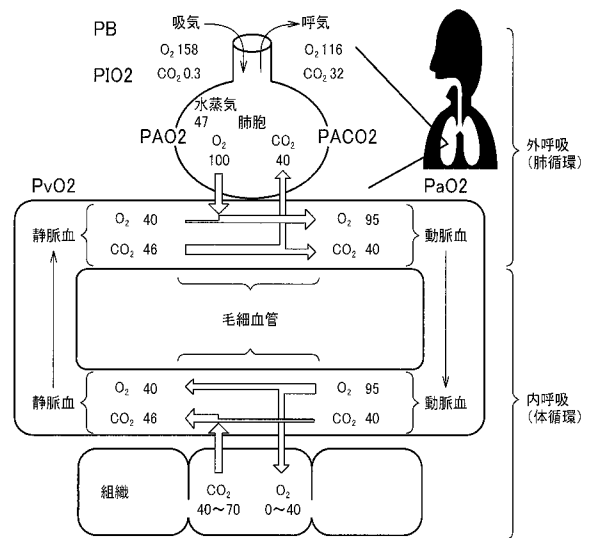
【図8】



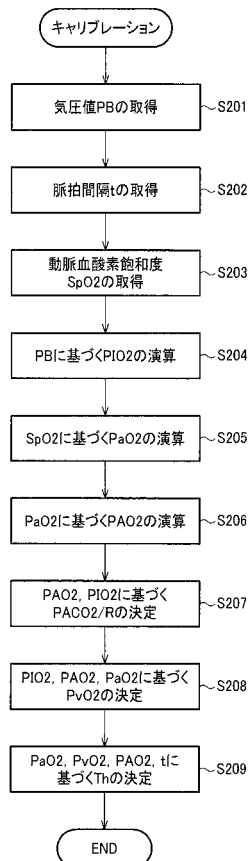
【図 9】



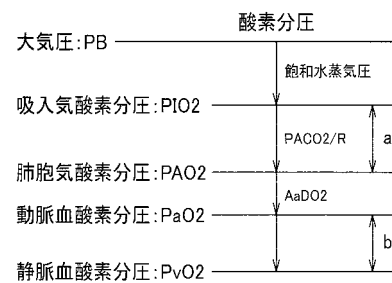
【図 10】



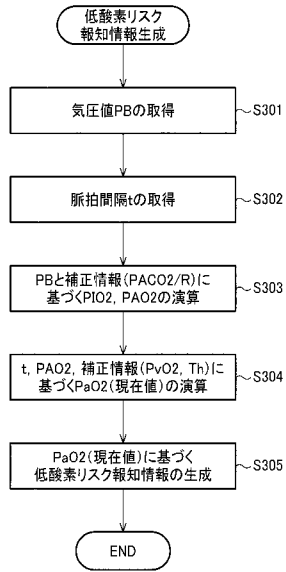
【図 11】



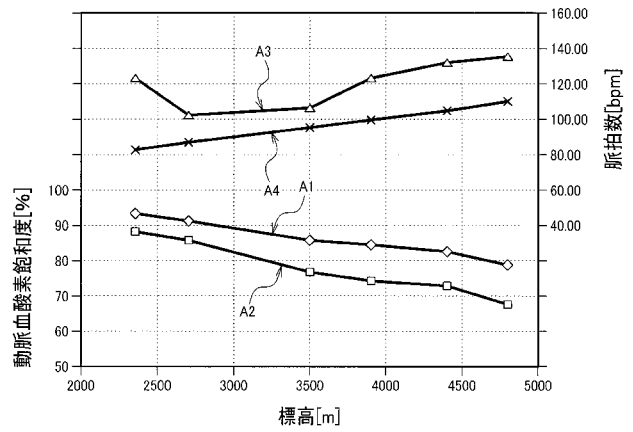
【図 12】



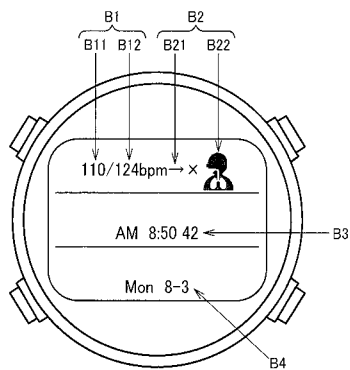
【図 13】



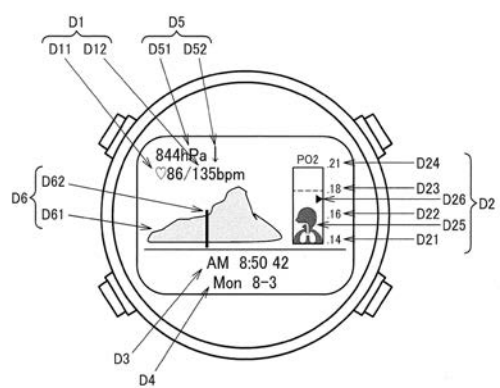
【図 14】



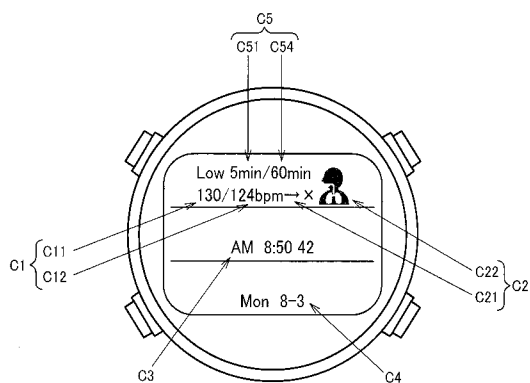
【図 15】



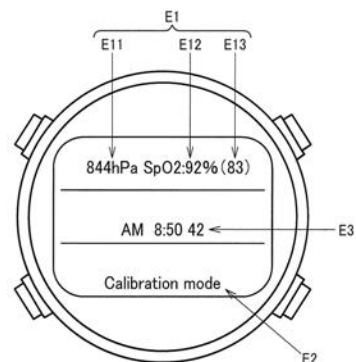
【図 17】



【図 16】



【図 18】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4C038 KK01 KL05 KL07
4C117 XA01 XB02 XC11 XC13 XC15 XD15 XE14 XE37 XE52 XE76
XG05 XG18 XG23 XG32 XG33 XG34 XG38 XG40 XG51 XG52
XH16 XJ03 XJ13 XJ21 XJ31 XJ45 XJ46 XJ47 XJ48 XL01

专利名称(译)	生物信息处理设备，生物信息处理系统和生物信息处理方法		
公开(公告)号	JP2017205147A	公开(公告)日	2017-11-24
申请号	JP2016097673	申请日	2016-05-16
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生公司		
[标]发明人	高橋英三		
发明人	▲高▼橋 英三		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/02 A61B5/1455		
FI分类号	A61B5/00.102.A A61B5/02.B A61B5/02.310.A A61B5/00.D A61B5/14.322		
F-TERM分类号	4C017/AA09 4C017/AA12 4C017/AA20 4C017/AC01 4C017/AC03 4C017/AC26 4C017/BB02 4C017/BC11 4C017/BC23 4C017/BD06 4C017/CC01 4C017/CC06 4C017/EE15 4C038/KK01 4C038/KL05 4C038/KL07 4C117/XA01 4C117/XB02 4C117/XC11 4C117/XC13 4C117/XC15 4C117/XD15 4C117/XE14 4C117/XE37 4C117/XE52 4C117/XE76 4C117/XG05 4C117/XG18 4C117/XG23 4C117/XG32 4C117/XG33 4C117/XG34 4C117/XG38 4C117/XG40 4C117/XG51 4C117/XG52 4C117/XH16 4C117/XJ03 4C117/XJ13 4C117/XJ21 4C117/XJ31 4C117/XJ45 4C117/XJ46 4C117/XJ47 4C117/XJ48 4C117/XL01		
代理人(译)	井上 一 黒田靖		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供通过使用环境信息和生物信息输出适当的低氧风险通知信息的生物信息处理设备，生物信息处理系统，生物信息处理方法等。 解决方案：生物信息处理装置100包括用于获取环境信息和生物信息的信息获取单元110，处理单元130和用于显示广播信息的显示单元50，并且信息获取单元110获取环境信息获取大气压信息，获取脉搏波信息和动脉血氧饱和度信息作为生物信息，显示单元50显示基于大气压信息，脉搏波信息和动脉血氧饱和度信息获得的低氧风险报警信息。作为广播信息。 点域1

