

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6520846号
(P6520846)

(45) 発行日 令和1年5月29日 (2019.5.29)

(24) 登録日 令和1年5月10日 (2019.5.10)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 5/01 (2006.01)

A 6 1 B 5/0452 (2006.01)

A 6 1 B 5/22 (2006.01)

A 6 1 B 5/00 (2006.01)

A 6 1 B 5/01 2 5 0

A 6 1 B 5/04 3 1 2 U

A 6 1 B 5/22 1 0 0

A 6 1 B 5/00 1 0 2 A

A 6 1 B 5/01 Z D M

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-129665 (P2016-129665)

(22) 出願日 平成28年6月30日 (2016.6.30)

(65) 公開番号 特開2018-405 (P2018-405A)

(43) 公開日 平成30年1月11日 (2018.1.11)

審査請求日 平成30年2月9日 (2018.2.9)

(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

(73) 特許権者 516126481

バイタレート株式会社

東京都港区新橋六丁目16番8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 田島 卓郎

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】 熱障害危険度判定方法およびウェアラブルセンサシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

生体の心拍数のデータと体温のデータとをウェアラブルセンサ端末で取得するデータ取得ステップと、

コンピュータの記憶装置に格納されたプログラムに従って前記コンピュータのCPUによって実行される判定ステップとを含み、

前記判定ステップは、

前記心拍数の時系列データから求める相対心拍数の積算値を、生体の仕事量の積算値として算出する仕事量積算値算出ステップと、

前記仕事量の積算値と前記体温のデータとに基づいて、生体の熱障害の危険度を判定する危険度判定ステップとを含み、

前記危険度判定ステップは、仕事量の積算値と体温上昇との関係を示す既知の直線式により、前記仕事量積算値算出ステップで算出した仕事量の積算値と前記体温のデータとから生体の熱障害の危険度指数を算出し、この危険度指数と所定の危険度指数閾値とを比較することにより、生体の熱障害の危険度を判定するステップを含むことを特徴とする熱障害危険度判定方法。

【請求項 2】

請求項1記載の熱障害危険度判定方法において、

前記危険度判定ステップは、前記仕事量積算値算出ステップで算出した仕事量の積算値の所定の積算値閾値に対する大小を判定し、この判定に応じて異なる直線式を用いて前記

10

20

危険度指数を算出し、前記判定で分かれる２つの場合について個別に設定された危険度指数閾値のうち判定の結果に対応する危険度指数閾値と前記危険度指数とを比較することにより、生体の熱障害の危険度を判定するステップを含むことを特徴とする熱障害危険度判定方法。

【請求項３】

請求項２記載の熱障害危険度判定方法において、

前記危険度判定ステップは、前記仕事量積算値算出ステップで算出した仕事量の積算値が前記積算値閾値より大きい所定の上側閾値以上の場合に、仕事量の積算値が上側閾値未満のときは別に予め設定された危険度指数閾値を用いて、生体の熱障害の危険度を判定するステップを含むことを特徴とする熱障害危険度判定方法。

10

【請求項４】

請求項２または３記載の熱障害危険度判定方法において、

前記危険度判定ステップは、前記仕事量積算値算出ステップで算出した仕事量の積算値が前記積算値閾値より小さい所定の下側閾値よりも小さい場合に、前記心拍数から求まる相対心拍数と前記体温のデータとに基づいて、生体の熱障害の危険度を判定するステップとを含むことを特徴とする熱障害危険度判定方法。

【請求項５】

生体の心拍数のデータと体温のデータとを取得するウェアラブルセンサ端末と、

前記心拍数のデータと体温のデータとに基づいて、生体の熱障害の危険度を判定する判定手段とを備え、

20

前記判定手段は、

前記心拍数の時系列データから求まる相対心拍数の積算値を、生体の仕事量の積算値として算出する仕事量積算値算出部と、

前記仕事量の積算値と前記体温のデータとに基づいて、生体の熱障害の危険度を判定する危険度判定部とを備え、

前記危険度判定部は、仕事量の積算値と体温上昇との関係を示す既知の直線式により、前記仕事量積算値算出部によって算出された仕事量の積算値と前記体温のデータとから生体の熱障害の危険度指数を算出し、この危険度指数と所定の危険度指数閾値とを比較することにより、生体の熱障害の危険度を判定することを特徴とするウェアラブルセンサシステム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、生体情報を検知するウェアラブルセンサシステムに係り、特に生体の熱障害の危険度を判定する熱障害危険度判定方法およびウェアラブルセンサシステムに関するものである。

【背景技術】

【０００２】

近年、地球の温暖化やヒートアイランド現象の影響も相まって、日本国内での熱中症に代表される熱障害への罹患リスクが上昇しつつある。熱中症に代表される熱障害は、高温環境下のような温熱ストレスが人に与えられると、脱水症状が起こり、体内の水分や塩分のバランスが崩れるとともに、体内の調整機能が破綻する、死に至る可能性もある障害のことである（非特許文献１参照）。

40

【０００３】

行政機関が発表するデータによれば、真夏日や熱帯夜が続くと熱中症死亡者数が増えることが分かっている。具体的には、人体と外気との間の熱収支に着目した指標である“暑さ指数ＷＢＧＴ（Wet Bulb Globe Temperature：湿球黒球温度）”が２８度を超えると熱中症による死亡者数が増え始め、ＷＢＧＴの上昇と共に死亡率が上昇することが知られている。また、スポーツなどの運動や仕事をしている人は、屋外で熱中症を発症する傾向があり、日常生活を送っている人、特に高齢者は、屋内で熱中症を発症する傾向があること

50

も知られている。一方、熱中症に代表される熱障害は、予防できるとも言われている。

【0004】

人は、体温の上昇に対して、熱に弱い中枢神経を守ることを第一に血液を皮膚表面に移動させて伝導と放射により熱拡散を促進させると共に、大量の発汗による蒸発を促して温熱ストレスを緩和している。この体温の上昇を抑えるための要素としては、非特許文献1に記載されているように、外界の環境、心機能、および血管内容量が知られている。

例えば、行政機関が発表する地域毎の暑さ指数WBGTに基づいて、飲水、塩分補給、冷所への退避、体の冷却等の適切な行動をとれば、熱中症に発展するリスクを抑えられると考えられている。

【0005】

また、熱中症に代表される熱障害を発症した場合には身体の核心温（体温）が上昇することから、体温を常時モニタリングしながら適切な行動をとることによっても、熱中症に発展するリスクを抑えられると考えられている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】「熱中症～日本を襲う熱波の恐怖～」，日本救急医学会編，へるす出版，2011年5月，p. 9 - 15

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、移動することが多い現在の社会においては、ユーザ自らが、現在地における暑さ指数WBGTを常時気にしながら行動することは容易ではない。

また、暑さ指数WBGTは、あくまで特定の地域における屋外の計測点の情報であり、ユーザが現在置かれている状況をそのまま反映したものではない参考値である。したがって、屋内での熱中症が多数報告されているように、暑さ指数WBGTに頼って行動するだけでは、熱中症に至る熱障害を防げるとは限らない。

【0008】

本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、暑さ指数WBGTなどの参考値に頼ることなく、生体の熱障害の危険度を判定することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の熱障害危険度判定方法は、生体の心拍数のデータと体温のデータとをウェアラブルセンサ端末で取得するデータ取得ステップと、コンピュータの記憶装置に格納されたプログラムに従って前記コンピュータのCPUによって実行される判定ステップとを含み、前記判定ステップは、前記心拍数の時系列データから求まる相対心拍数の積算値を、生体の仕事量の積算値として算出する仕事量積算値算出ステップと、前記仕事量の積算値と前記体温のデータとに基づいて、生体の熱障害の危険度を判定する危険度判定ステップとを含み、前記危険度判定ステップは、仕事量の積算値と体温上昇との関係を示す既知の直線式により、前記仕事量積算値算出ステップで算出した仕事量の積算値と前記体温のデータとから生体の熱障害の危険度指数を算出し、この危険度指数と所定の危険度指数閾値とを比較することにより、生体の熱障害の危険度を判定するステップを含むことを特徴とするものである。

【0010】

また、本発明の熱障害危険度判定方法の1構成例において、前記危険度判定ステップは、前記仕事量積算値算出ステップで算出した仕事量の積算値の所定の積算値閾値に対する大小を判定し、この判定に応じて異なる直線式を用いて前記危険度指数を算出し、前記判定で分かれる2つの場合について個別に設定された危険度指数閾値のうち判定の結果に対応する危険度指数閾値と前記危険度指数とを比較することにより、生体の熱障害の危険度を判定するステップを含むことを特徴とするものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

また、本発明の熱障害危険度判定方法の1構成例において、前記危険度判定ステップは、前記仕事量積算値算出ステップで算出した仕事量の積算値が前記積算値閾値より大きい所定の上側閾値以上の場合に、仕事量の積算値が上側閾値未満のときは別に予め設定された危険度指数閾値を用いて、生体の熱障害の危険度を判定するステップを含むことを特徴とするものである。

また、本発明の熱障害危険度判定方法の1構成例において、前記危険度判定ステップは、前記仕事量積算値算出ステップで算出した仕事量の積算値が前記積算値閾値より小さい所定の下側閾値よりも小さい場合に、前記心拍数から求まる相対心拍数と前記体温のデータとに基づいて、生体の熱障害の危険度を判定するステップとを含むことを特徴とするものである。

10

【 0 0 1 2 】

また、本発明のウェアラブルセンサシステムは、生体の心拍数のデータと体温のデータとを取得するウェアラブルセンサ端末と、前記心拍数のデータと体温のデータとに基づいて、生体の熱障害の危険度を判定する判定手段とを備え、前記判定手段は、前記心拍数の時系列データから求まる相対心拍数の積算値を、生体の仕事量の積算値として算出する仕事量積算値算出部と、前記仕事量の積算値と前記体温のデータとに基づいて、生体の熱障害の危険度を判定する危険度判定部とを備え、前記危険度判定部は、仕事量の積算値と体温上昇との関係を示す既知の直線式により、前記仕事量積算値算出部によって算出された仕事量の積算値と前記体温のデータとから生体の熱障害の危険度指数を算出し、この危険度指数と所定の危険度指数閾値とを比較することにより、生体の熱障害の危険度を判定することを特徴とするものである。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、生体の熱障害の危険度を適切に判定することができるので、暑さ指数WBGTなどの参考値に頼ることなく、生体の熱障害に関する適切な状態情報を提供することが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態に係るウェアラブルセンサシステムの構成を示す図である。

30

【 図 2 】 本発明の実施の形態に係るウェアラブルセンサシステムの判定装置の構成を示すブロック図である。

【 図 3 】 相対値化した心拍数の積算値と深部体温上昇との関係を示す図である。

【 図 4 】 本発明の実施の形態に係る熱障害危険度判定方法を説明する模式図である。

【 図 5 】 本発明の実施の形態に係る熱障害危険度判定方法で用いる判定直線の例を示す図である。

【 図 6 】 本発明の実施の形態に係る熱障害危険度判定方法を説明するフローチャートである。

【 図 7 】 本発明の実施の形態に係る熱障害危険度判定方法を説明するフローチャートである。

40

【 図 8 】 本発明の実施の形態に係る熱障害危険度判定方法の適用例を示す図である。

【 図 9 】 本発明の実施の形態に係る熱障害危険度判定方法の別の適用例を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は本発明の実施の形態に係るウェアラブルセンサシステムの構成を示す図であり、ウェアラブルセンサシステムを人体に装着した様子を示す模式図である。ウェアラブルセンサシステムは、ウェアラブルセンサシステムを身に付ける使用者100の心機能に関するデータを取得するウェアラブルセンサ端末1と、使用者100の体温のデータを取得するウェアラブルセンサ端末2と、ウェアラブルセンサ端末1によって取得された心機能のデータ、ウェアラブルセン

50

サ端末２によって取得された体温のデータに基づいて、使用者１００の熱障害の危険度を判定する判定装置３とを備えている。

【００１６】

図１の例では、ウェアラブルセンサ端末１は、使用者１００が着用するシャツ型のウェアラブルデバイス１０に装着されている。このウェアラブルデバイス１０には、使用者１００の心臓１０１の周囲の皮膚表面と接触するように電極１１が設けられている。ウェアラブルセンサ端末１は、ウェアラブルデバイス１０に設けられた配線１２を介して電極１１と接続されている。このウェアラブルセンサ端末１は、電極１１を介して使用者１００の心電波形を測定し、心電波形を解析することにより、使用者１００の心機能に関するデータとして心拍数を取得する。心電波形の測定方法や心拍数の取得方法は周知の技術であるので、詳細な説明は省略する。

10

【００１７】

そして、ウェアラブルセンサ端末１は、取得した心拍数のデータを無線または有線で判定装置３へ送信する。

なお、ウェアラブルセンサ端末１は、ウェアラブルデバイス１０の基材である衣類（本実施の形態の例ではシャツ）に固定されていてもよいし、基材に対して着脱可能な構成であってもよい。

【００１８】

ウェアラブルセンサ端末２は、使用者１００の体温のデータを取得する。このようなウェアラブルセンサ端末２としては、例えば使用者１００の耳の部分にセンサを装着して鼓膜温から深部体温を測定する装置が知られている。その他の深部体温を測定する方法として、皮膚温から推定する方法などがある。ウェアラブルセンサ端末２は、取得した深部体温のデータを無線または有線で判定装置３へ送信する。

20

【００１９】

図２は本実施の形態の判定装置３の構成を示すブロック図である。判定装置３は、ウェアラブルセンサ端末１，２から測定データを受信する通信部３０と、データ記憶のための記憶部３１と、使用者１００の心拍数の時系列データから求まる相対心拍数の積算値を、仕事量の積算値として算出する仕事量積算値算出部３２と、仕事量の積算値と深部体温のデータとに基づいて、使用者１００の熱障害の危険度を判定する危険度判定部３３と、危険度判定部３３の判定結果を出力する判定結果出力部３４と、判定装置３に指令を与えるための入力部３５とから構成される。

30

【００２０】

判定装置３の例としては、例えば使用者１００が所持するスマートフォンがある。ただし、ウェアラブルセンサ端末１，２のいずれかの内部に判定装置３を設けるようにしてもよい。

【００２１】

以下、本実施の形態のウェアラブルセンサシステムの動作について詳細に説明する。最初に、熱障害危険度判定の原理について説明する。

仕事量の積算値は、人の体温上昇と良く相関することが知られている。この仕事量の積算値は、相対心拍数の時間積分に置き換えることができる。時刻ｔにおける相対心拍数 $H(t)$ [%] は次式で表すことができる。

40

【００２２】

【数１】

$$H(t) = 100 \times \frac{HR(t) - HR_{rest}}{HR_{max} - HR_{rest}} \quad \dots (1)$$

【００２３】

ここで、 $HR(t)$ は時刻ｔにおける心拍数、 HR_{rest} は安静時の心拍数、 HR_{max} は最大心拍数である。相対心拍数の積算値（仕事量の積算値） H_p は、次式で表すことがで

50

きる。

【 0 0 2 4 】

【 数 2 】

$$Hp = \int H(t)dt \quad \dots (2)$$

【 0 0 2 5 】

仕事量の積算値に相当する相対値化した心拍数の積算値と深部体温上昇 ΔT_c との関係は、図 3 の実測結果が示すように、2 つの異なる傾きを持つ直線式に従うことが知られている。このような直線による予想値からの外れ値を示す場合は、時間経過と共に人の体温が高くなる。高体温は仕事の強度の違いに基づくものではなく、個人毎の関係直線が要因となる。図 3 の判定直線 3 0 1 から算出される熱障害の危険度指数を $R_1(t)$ 、判定直線 3 0 2 から算出される危険度指数を $R_2(t)$ とすると、危険度指数 $R_1(t)$ 、 $R_2(t)$ は次式のように表すことができる。

【 0 0 2 6 】

【 数 3 】

$$R1(t) = Tc(t) - (A_1Hp(t) - B_1) \quad \dots (3)$$

$$R2(t) = Tc(t) - (A_2Hp(t) - B_2) \quad \dots (4)$$

【 0 0 2 7 】

ここで、 $T_c(t)$ は時刻 t における深部体温値、 A_1 は判定直線 3 0 1 の傾き、 B_1 は判定直線 3 0 1 の切片、 A_2 は判定直線 3 0 2 の傾き、 B_2 は判定直線 3 0 2 の切片である。これら傾き A_1 、 A_2 および切片 B_1 、 B_2 の値は、図 1 に示したウェアラブルセンサシステムを身に付けて行動する使用者 1 0 0 について図 3 の特性を事前の試験で測定し、決定した A_1 、 A_2 、 B_1 、 B_2 の値を記憶部 3 1 に登録しておけばよい。実際の数値例としては、例えば $A_1 = 0.001$ 、 $A_2 = 0.0003$ 、 $B_2 = 0.3613$ となる。 B_1 は略ゼロでも良い。

【 0 0 2 8 】

本実施の形態では、所定の時間毎（例えば 1 時間毎）に熱障害の危険度を判定する。本実施の形態の熱障害危険度判定方法を模式的に図示したのが、図 4 である。図 4 は、危険度指数 $R_1(t)$ 、 $R_2(t)$ に仕事量の積算値 Hp 毎に積算値閾値（ Hp_0 、 Hp_1 、 Hp_2 ）を設けて、危険度を判定することを意味している。レベル 1 は安全、レベル 2 は注意、レベル 3 は要注意、レベル 4 は危険を意味している。

【 0 0 2 9 】

図 5 は、本実施の形態で用いる判定直線 3 0 1、3 0 2 の複数の例を示す図である。環境等や作業負荷の条件により、判定直線 3 0 1 に異なる傾きと切片を設定したり、判定直線 3 0 2 に異なる傾きと切片を設定したりしてもよい。

【 0 0 3 0 】

次に、図 1 に示したウェアラブルセンサシステムを身に付けて行動する使用者 1 0 0 の熱障害の危険度を判定する方法について図 6、図 7 のフローチャートを用いて説明する。図 6 は使用者 1 0 0 の仕事量の積算値 HP が所定の下側閾値である閾値 Hp_0 以上（例えば $Hp_0 = 300$ ）の場合の判定動作を示し、図 7 は仕事量の積算値 HP が閾値 Hp_0 未満の場合の判定動作を示している。

【 0 0 3 1 】

判定装置 3 の通信部 3 0 は、心拍数と深部体温のデータを、使用者 1 0 0 が身に付けているウェアラブルセンサ端末 1、2 から受信する。受信したデータは記憶部 3 1 に格納される。

【 0 0 3 2 】

判定装置 3 の仕事量積算値算出部 3 2 は、記憶部 3 1 に格納された心拍数 HR の時系列データにより、式 (1)、式 (2) を用いて、使用者 1 0 0 の仕事量の積算値 $H_p(t)$ を算出する (図 6 ステップ S 1 0 0)。なお、安静時の心拍数 HR_{rest} と最大心拍数 HR_{max} は人によって異なる値をとる。そこで、使用者 1 0 0 について事前の試験で測定した HR_{rest} 、 HR_{max} の値またはこれらの推定値が記憶部 3 1 に予め格納されている。

【 0 0 3 3 】

判定装置 3 の危険度判定部 3 3 は、仕事量積算値算出部 3 2 が算出した仕事量の積算値 $H_p(t)$ が所定の閾値 H_{p0} (下側閾値) 以上の場合、図 6 のステップ S 1 0 1 に進む。危険度判定部 3 3 は、仕事量の積算値 $H_p(t)$ が所定の閾値 H_{p1} ($H_{p0} < H_{p1}$ で、例えば $H_{p1} = 578$) を下回る場合 (ステップ S 1 0 1 において Yes)、記憶部 3 1 に格納された最新の深部体温値 $T_c(t)$ と仕事量の積算値 $H_p(t)$ とを用いて式 (3) により第 1 の危険度指数 $R_1(t)$ を算出する (図 6 ステップ S 1 0 2, S 1 0 3)。上記のとおり、使用者 1 0 0 についての A_1 、 B_1 の値は事前に記憶部 3 1 に格納されている。

10

【 0 0 3 4 】

次に、危険度判定部 3 3 は、算出した危険度指数 $R_1(t)$ と所定の危険度指数閾値とを比較して、使用者 1 0 0 の熱障害の危険度を判定する。具体的には、危険度判定部 3 3 は、算出した危険度指数 $R_1(t)$ が所定の閾値 R_{11} (例えば $R_{11} = 0$) より小さい場合 (図 6 ステップ S 1 0 4 において Yes)、危険度レベルをレベル 1 (安全) と判定する (図 6 ステップ S 1 0 5)。危険度判定部 3 3 は、危険度指数 $R_1(t)$ が閾値 R_{11} 以上で、かつ所定の閾値 R_{12} ($R_{11} < R_{12}$ で、例えば $R_{12} = 0.5$) より小さい場合 (図 6 ステップ S 1 0 6 において Yes)、危険度レベルをレベル 2 (注意) と判定する (図 6 ステップ S 1 0 7)。

20

【 0 0 3 5 】

危険度判定部 3 3 は、危険度指数 $R_1(t)$ が閾値 R_{12} 以上で、かつ所定の閾値 R_{13} ($R_{11} < R_{12} < R_{13}$ で、例えば $R_{13} = 1.0$) より小さい場合 (図 6 ステップ S 1 0 8 において Yes)、危険度レベルをレベル 3 (要注意) と判定する (図 6 ステップ S 1 0 9)。また、危険度判定部 3 3 は、危険度指数 $R_1(t)$ が閾値 R_{13} 以上の場合 (ステップ S 1 0 8 において No)、危険度レベルをレベル 4 (危険) と判定する (図 6 ステップ S 1 1 0)。

30

【 0 0 3 6 】

一方、危険度判定部 3 3 は、仕事量積算値算出部 3 2 が算出した仕事量の積算値 $H_p(t)$ が閾値 H_{p1} 以上の場合 (ステップ S 1 0 1 において No)、記憶部 3 1 に格納された最新の深部体温値 $T_c(t)$ と仕事量の積算値 $H_p(t)$ とを用いて式 (4) により第 2 の危険度指数 $R_2(t)$ を算出する (図 6 ステップ S 1 0 2, S 1 1 1)。上記のとおり、使用者 1 0 0 についての A_2 、 B_2 の値は事前に記憶部 3 1 に格納されている。

【 0 0 3 7 】

続いて、危険度判定部 3 3 は、仕事量の積算値 $H_p(t)$ の所定の閾値 H_{p2} ($H_{p0} < H_{p1} < H_{p2}$ で、例えば $H_{p2} = 1462$) に対する大小に応じて、危険度指数 $R_2(t)$ に対する危険度指数閾値に異なる値を用いて、使用者 1 0 0 の熱障害の危険度を判定する。具体的には、危険度判定部 3 3 は、仕事量の積算値 $H_p(t)$ が所定の閾値である閾値 H_{p2} より小さい場合 (図 6 ステップ S 1 1 2 において Yes)、危険度指数 $R_2(t)$ が所定の閾値 R_{21} (例えば $R_{21} = 0.2$) より小さい場合に (図 6 ステップ S 1 1 3 において Yes)、危険度レベルをレベル 2 (注意) と判定する (ステップ S 1 0 7)。

40

【 0 0 3 8 】

危険度判定部 3 3 は、危険度指数 $R_2(t)$ が閾値 R_{21} 以上で、かつ所定の閾値 R_{22} ($R_{21} < R_{22}$ で、例えば $R_{22} = 0.7$) より小さい場合 (図 6 ステップ S 1 1 4 において Yes)、危険度レベルをレベル 3 (要注意) と判定する (ステップ S 1 0 9)

50

。危険度判定部 33 は、危険度指数 $R2(t)$ が閾値 $R22$ 以上の場合（ステップ S114 において No）、危険度レベルをレベル 4（危険）と判定する（ステップ S110）。

【0039】

また、危険度判定部 33 は、仕事量の積算値 $H_p(t)$ が閾値 H_p2 以上の場合（ステップ S112 において No）、危険度指数 $R2(t)$ が所定の閾値 $R31$ （例えば $R31 = 0$ ）より小さい場合に（図 6 ステップ S115 において Yes）、危険度レベルをレベル 2（注意）と判定する（ステップ S107）。

【0040】

危険度判定部 33 は、危険度指数 $R2(t)$ が閾値 $R31$ 以上で、かつ所定の閾値 $R32$ （ $R31 < R32$ 、 $R31 < R21$ 、 $R32 < R22$ で、例えば $R32 = 0.4$ ）より小さい場合（図 6 ステップ S116 において Yes）、危険度レベルをレベル 3（要注意）と判定する（ステップ S109）。また、危険度判定部 33 は、危険度指数 $R2(t)$ が閾値 $R32$ 以上の場合（ステップ S116 において No）、危険度レベルをレベル 4（危険）と判定する（ステップ S110）。

【0041】

一方、危険度判定部 33 は、仕事量積算値算出部 32 が算出した仕事量の積算値 $H_p(t)$ が所定の閾値 H_p0 を下回る場合、即ち使用者 100 にかかる運動負荷が小さい場合は、図 7 のステップ S200 に進む。運動負荷が小さい場合、仕事量と深部体温に基づく熱障害危険度判定が困難である。そこで、図 7 のフローチャートに示すような方法で危険度を判定する。

【0042】

危険度判定部 33 は、仕事量積算値算出部 32 がステップ S100 における仕事量の積算値 $H_p(t)$ の算出過程で式（1）により算出した相対心拍数 $H(t)$ の値を取得する共に（図 7 ステップ S200）、記憶部 31 に格納された最新の深部体温値 $T_c(t)$ を取得する（図 7 ステップ S201）。

【0043】

危険度判定部 33 は、相対心拍数 $H(t)$ が所定の閾値 $H1$ （例えば $H1 = 25$ ）より小さく（図 7 ステップ S202 において Yes）、深部体温 $T_c(t)$ が所定の閾値 $T1$ （例えば $T1 = 37.5$ ）より低い場合（図 7 ステップ S203 において Yes）、危険度レベルをレベル 1（安全）と判定する（図 7 ステップ S204）。

【0044】

危険度判定部 33 は、相対心拍数 $H(t)$ が閾値 $H1$ 以上で、かつ所定の閾値 $H2$ （ $H1 < H2$ で、例えば $H2 = 40$ ）より小さく（図 7 ステップ S205 において Yes）、深部体温 $T_c(t)$ が閾値 $T1$ 以上で、かつ所定の閾値 $T2$ （ $T1 < T2$ で、例えば $T2 = 38$ ）より低い場合（図 7 ステップ S206 において Yes）、危険度レベルをレベル 2（注意）と判定する（図 7 ステップ S207）。あるいは、危険度判定部 33 は、相対心拍数 $H(t)$ が閾値 $H1$ より小さく、深部体温 $T_c(t)$ が閾値 $T1$ 以上で、かつ閾値 $T2$ より低い場合、危険度レベルをレベル 2（注意）と判定する（ステップ S207）。

【0045】

危険度判定部 33 は、相対心拍数 $H(t)$ が閾値 $H2$ 以上で、かつ所定の閾値 $H3$ （ $H1 < H2 < H3$ で、例えば $H3 = 55$ ）より小さく（図 7 ステップ S208 において Yes）、深部体温 $T_c(t)$ が閾値 $T2$ 以上で、かつ所定の閾値 $T3$ （ $T1 < T2 < T3$ で、例えば $T3 = 38.5$ ）より低い場合（図 7 ステップ S209 において Yes）、危険度レベルをレベル 3（要注意）と判定する（図 7 ステップ S210）。

【0046】

あるいは、危険度判定部 33 は、相対心拍数 $H(t)$ が閾値 $H1$ より小さく、深部体温 $T_c(t)$ が閾値 $T2$ 以上で、かつ閾値 $T3$ より低い場合、危険度レベルをレベル 3（要注意）と判定する（ステップ S210）。また、危険度判定部 33 は、相対心拍数 $H(t)$ が閾値 $H1$ 以上で、かつ閾値 $H2$ より小さく、深部体温 $T_c(t)$ が閾値 $T2$ 以上で、かつ閾値 $T3$ より低い場合、危険度レベルをレベル 3（要注意）と判定する（ステップ S

10

20

30

40

50

210)。

【0047】

危険度判定部33は、相対心拍数 $H(t)$ が閾値 H_3 以上で(ステップS208においてNo)、深部体温 $T_c(t)$ が所定の閾値 T_4 ($T_1 < T_2 < T_3 < T_4$ で、例えば $T_4 = 38.5$)以下の場合(図7ステップS211においてNo)、危険度レベルをレベル3(要注意)と判定する(ステップS210)。危険度判定部33は、相対心拍数 $H(t)$ が閾値 H_3 以上で、深部体温 $T_c(t)$ が閾値 T_4 より高い場合(ステップS211においてYes)、危険度レベルをレベル4(危険)と判定する(図7ステップS212)。

【0048】

以上のような図6または図7の処理を所定の時間毎(例えば1時間毎)に行い、使用者100の熱障害の危険度を判定すればよい。

判定装置3の判定結果出力部34は、危険度判定部33の判定結果を出力する。出力方法の例としては、例えば判定結果の表示、判定結果の音声出力、判定結果データの送信などがある。

【0049】

なお、使用者100が休憩時間等で運動負荷が非常に小さい状態になった場合、仕事量の積算値 $H_p(t)$ をゼロに初期化し、休憩時間の終了に伴う作業開始時に仕事量の積算を開始するようにすることが望ましい。このような仕事量の積算の初期化や開始は、例えば使用者100が操作する入力部35から指示することができる。

【0050】

図8、図9に本実施の形態の熱障害危険度判定方法の適用例を示す。図8、図9の例では、 $A_1 = 0.001$ 、 $A_2 = 0.0003$ 、 $B_1 = -0.083$ 、 $B_2 = 0.3613$ としている。図8は、同一の被験者の異なる時刻における適用例を示している。図8の80～85はそれぞれ異なる時間帯におけるデータである。図8によると、判定直線301、302からの外れ値が発生していることが分かる。

【0051】

仕事量の積算値 H_p が閾値 H_{p1} ($H_{p1} = 578$)より小さい場合、この積算値 H_p が第1の判定直線301以下に存在している時刻では、レベル1(安全)と判定され、積算値 H_p が第1の判定直線301以上に存在している時刻では、レベル2(注意)と判定される。

【0052】

仕事量の積算値 H_p が閾値 H_{p1} ($H_{p1} = 578$)以上の場合、この積算値 H_p は第2の判定直線302を超える領域に存在し、ほとんどの時刻でレベル2(注意)と判定される。また、仕事量の積算値 H_p が閾値 H_{p2} ($H_{p2} = 1462$)以上の場合でも、この積算値 H_p は第2の判定直線302を超える領域に存在し、ほとんどの時刻でレベル3(要注意)と判定される。

【0053】

図9は、3人の異なる被験者に対する適用例を示している。図9の90～92はそれぞれ異なる被験者のデータである。仕事量の積算値 H_p が閾値 H_{p1} ($H_{p1} = 578$)より小さい場合、この積算値 H_p が第1の判定直線301以下に存在している時刻では、レベル1(安全)と判定され、積算値 H_p が第1の判定直線301以上に存在している時刻では、レベル2(注意)と判定される。

【0054】

仕事量の積算値 H_p が閾値 H_{p1} ($H_{p1} = 578$)以上の場合、この積算値 H_p は第2の判定直線302を超える領域に存在し、閾値 $R_{21} = 0.2$ より小さい時刻でレベル2(注意)と判定され、閾値 $R_{21} = 0.2$ 以上の時刻でレベル3(要注意)と判定され、閾値 $R_{22} = 0.7$ 以上の時刻でレベル4(危険域)と判定される。また、仕事量の積算値 H_p が閾値 H_{p2} ($H_{p2} = 1462$)以上の場合でも、この積算値 H_p は第2の判定直線302を超える領域に存在し、閾値 $R_{31} = 0$ 以上の時刻でレベル3(要注意)と

10

20

30

40

50

判定され、閾値 $R_{32} = 0.4$ 以上の時刻でレベル 4（危険域）と判定される。

H p 1 に関しては、複数の被験者群の観測データから直線の屈曲点を求めて統計的に定められる数値である。H p 0、H p 2、 $R_{11} \sim R_{13}$ 、 R_{21} 、 R_{22} 、 R_{31} 、 R_{32} 、 $H_1 \sim H_3$ 、 $T_1 \sim T_3$ の数値例を示したが、これらパラメータの決定方法については、安全性を鑑みて、統計的に定められる数値である。なお、被験者群の性質に応じて、適宜変更ができる。

【0055】

なお、本発明は、心電計（ウェアラブルセンサ端末 1）、深部体温計（ウェアラブルセンサ端末 2）の組合せのみに関わらず、心拍数を計測できる脈波センサや血流センサなど、その他のセンサの組合せにも適用できる。

10

【0056】

例えばウェアラブルセンサ端末 1、2 の他に、使用者 100 の皮膚血流量のデータを取得するウェアラブルセンサ端末を使用してもよい。このようなウェアラブルセンサ端末としては、例えば文献「K.Kuwabara, Y.Higuchi, T.Ogasawara, H.Koizumi, T.Haga, “Wearable Blood Flowmeter Appcessory with Low-Power Laser Doppler Signal Processing for Daily-Life Healthcare Monitoring”, Proceeding of 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2014, p.6274-6277」に開示された小型血流計がある。生体が平常な状態から高温障害が引き起こされる状態に変化する間に、体温上昇を抑えるために皮膚血流量が増大する。

【0057】

20

そこで、測定した皮膚血流量に応じて異なる判定直線を使用するようにしてもよい。異なる判定直線を使用するには、記憶部 31 に傾き A_1 、 A_2 および切片 B_1 、 B_2 の値をそれぞれ複数種類登録しておき、皮膚血流量の値に応じた傾き A_1 、 A_2 および切片 B_1 、 B_2 の値を選択すればよい。また、温度センサを使用して外気温度を測定し、この外気温度に応じて異なる判定直線を使用するようにしてもよい。

【0058】

本実施の形態で説明した判定装置 3 は、CPU（Central Processing Unit）、記憶装置及びインタフェースを備えたコンピュータと、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。CPU は、記憶装置に格納されたプログラムに従って本実施の形態で説明した処理を実行する。

30

【産業上の利用可能性】

【0059】

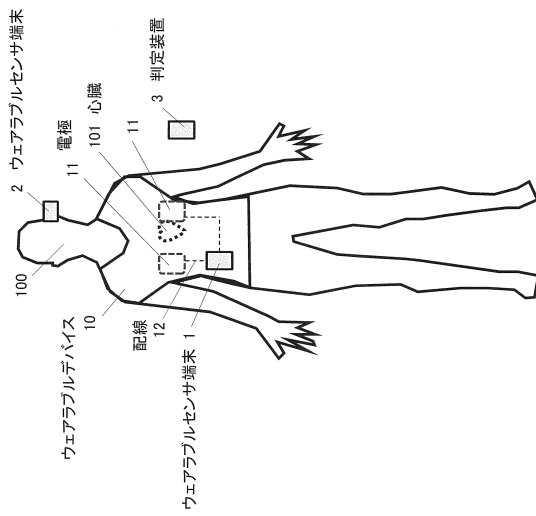
本発明は、生体の熱障害の危険度を判定する技術に適用することができる。

【符号の説明】

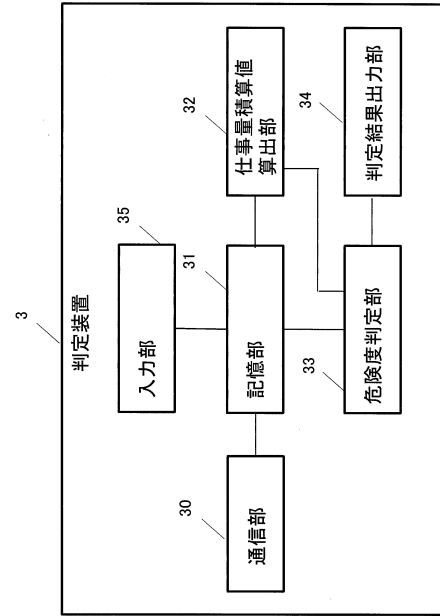
【0060】

1、2 ... ウェアラブルセンサ端末、3 ... 判定装置、10 ... ウェアラブルデバイス、11 ... 電極、12 ... 配線、30 ... 通信部、31 ... 記憶部、32 ... 仕事量積算値算出部、33 ... 危険度判定部、34 ... 判定結果出力部、35 ... 入力部。

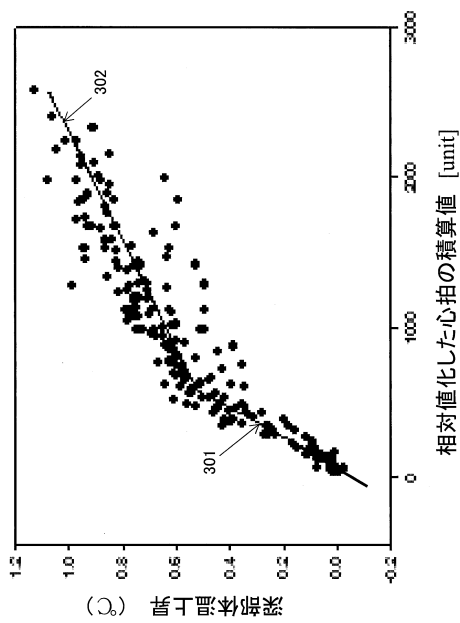
【図 1】



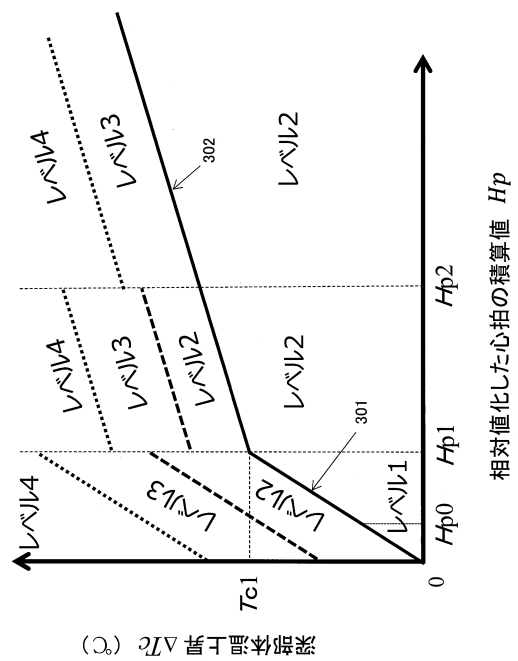
【図 2】



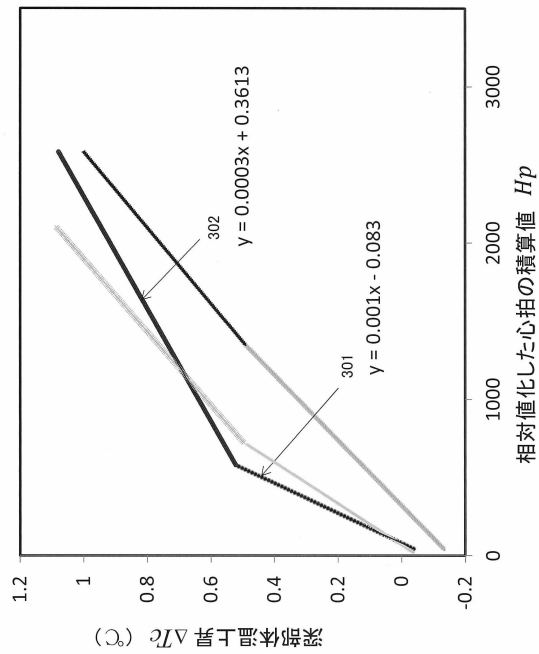
【図 3】



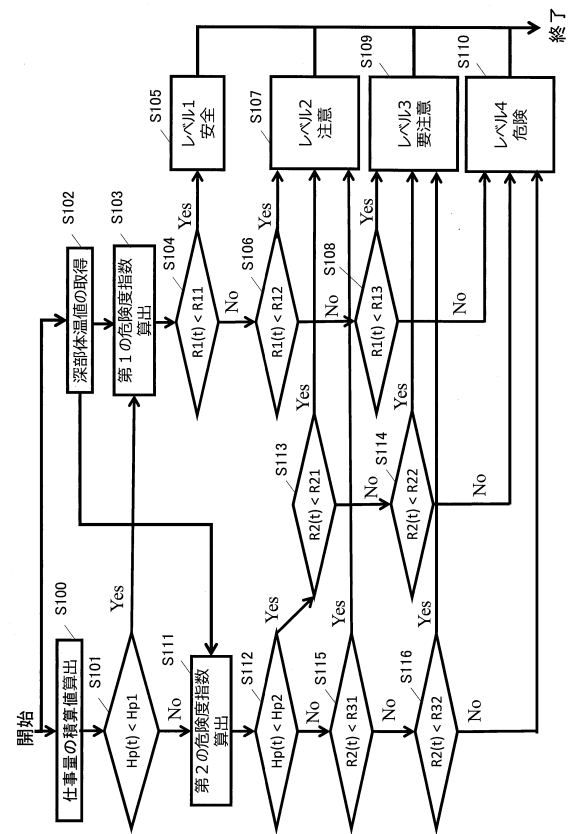
【図 4】



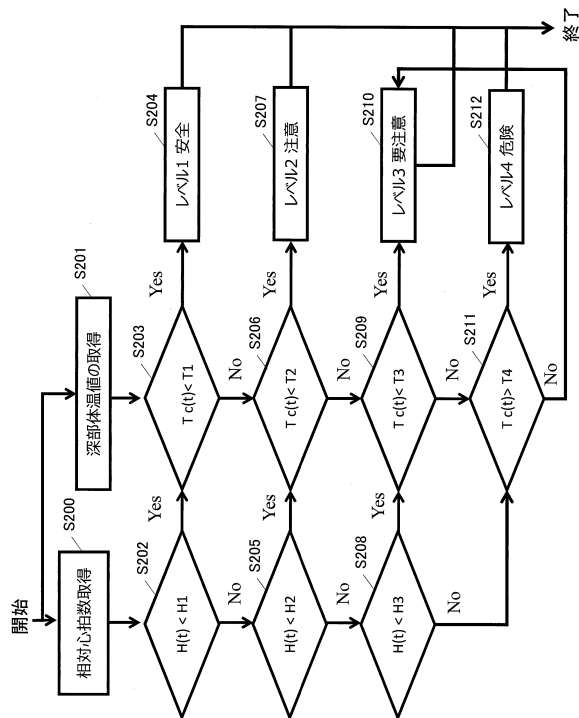
【図 5】



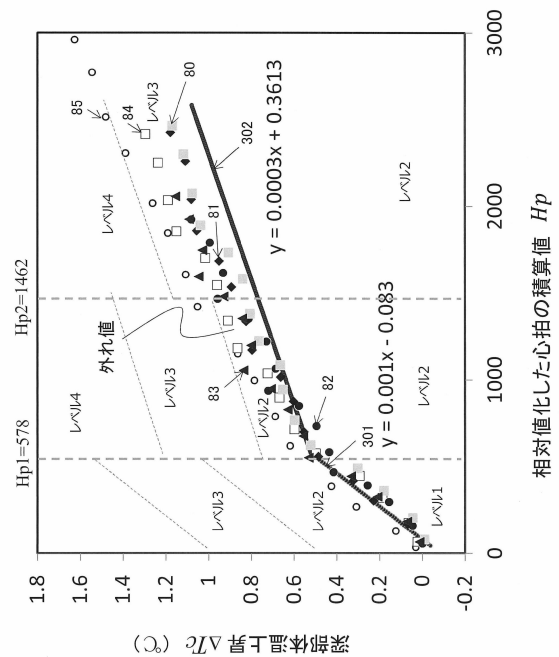
【図 6】



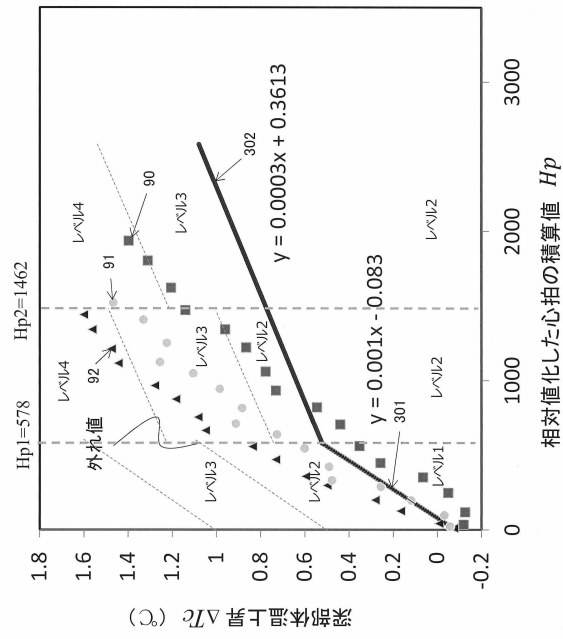
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 桑原 啓
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 瀬山 倫子
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
- (72)発明者 樋口 雄一
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 永島 計
東京都新宿区戸塚町1丁目104番地 学校法人早稲田大学内
- (72)発明者 広瀬 統一
東京都新宿区戸塚町1丁目104番地 学校法人早稲田大学内

審査官 佐藤 高之

- (56)参考文献 特開2009-108451(JP,A)
国際公開第88/009146(WO,A1)
特開2010-131209(JP,A)
特開2015-016244(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 5/00-5/22

专利名称(译)	热故障风险确定方法和可穿戴传感器系统		
公开(公告)号	JP6520846B2	公开(公告)日	2019-05-29
申请号	JP2016129665	申请日	2016-06-30
[标]申请(专利权)人(译)	日本电信电话株式会社		
申请(专利权)人(译)	日本电信电话株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	日本电信电话株式会社		
[标]发明人	田島卓郎 桑原啓 瀬山倫子 樋口雄一 永島計 広瀬統一		
发明人	田島 卓郎 桑原 啓 瀬山 倫子 樋口 雄一 永島 計 広瀬 統一		
IPC分类号	A61B5/01 A61B5/0452 A61B5/22 A61B5/00		
FI分类号	A61B5/01.250 A61B5/04.312.U A61B5/22.100 A61B5/00.102.A A61B5/01.ZDM A61B5/00.101.H A61B5/04.310.H		
F-TERM分类号	4C117/XB02 4C117/XC15 4C117/XC19 4C117/XD09 4C117/XD24 4C117/XE13 4C117/XE17 4C117/XE23 4C117/XE56 4C117/XG05 4C117/XH14 4C117/XH15 4C117/XJ13 4C117/XJ46 4C117/XJ48 4C117/XN00 4C127/AA02 4C127/BB03 4C127/GG16 4C127/GG18		
代理人(译)	山川茂树		
其他公开文献	JP2018000405A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：确定活体热损伤的风险，而不依赖于参考值，如热指数 WBGT。可穿戴传感器系统设置有可穿戴传感器终端1和2，用于获取关于用户100的心脏功能和体温的数据，并且基于关于心脏功能的数据和关于体温的数据。并且确定装置3用于确定热故障的风险程度。[选图]图1

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特 許 公 報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6520846号 (P6520846)
(45) 発行日 令和1年5月29日 (2019. 5. 29)	(24) 登録日 令和1年5月10日 (2019. 5. 10)	
(51) Int. Cl. A 6 1 B 5 / 0 1 (2006. 01) A 6 1 B 5 / 0 4 5 2 (2006. 01) A 6 1 B 5 / 2 2 (2006. 01) A 6 1 B 5 / 0 0 (2006. 01)	F 1 A 6 1 B 5 / 0 1 2 5 0 A 6 1 B 5 / 0 4 3 1 2 U A 6 1 B 5 / 2 2 1 0 0 A 6 1 B 5 / 0 0 1 0 2 A A 6 1 B 5 / 0 1 Z D M	請求項の数 5 (全 14 頁)
(21) 出願番号 (22) 出願日 (65) 公開番号 (43) 公開日 審査請求日	特願2016-129665 (P2016-129665) 平成28年6月30日 (2016. 6. 30) 特開2018-405 (P2018-405A) 平成30年1月11日 (2018. 1. 11) 平成30年2月9日 (2018. 2. 9)	(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 (73) 特許権者 516126481 バイタレート株式会社 東京都港区新橋六丁目1 6 番 8 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 田島 卓郎 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】 熱障害危険度判定方法およびウェアラブルセンサシステム		