

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4933227号

(P4933227)

(45) 発行日 平成24年5月16日(2012.5.16)

(24) 登録日 平成24年2月24日(2012.2.24)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 10/00 (2006.01)

A 6 1 B 10/00 3 0 5 B

A 6 1 B 5/00 (2006.01)

A 6 1 B 5/00 F

G 0 1 K 7/42 (2006.01)

G 0 1 K 7/00 3 7 1

請求項の数 4 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2006-313019 (P2006-313019)
 (22) 出願日 平成18年11月20日(2006.11.20)
 (65) 公開番号 特開2008-128781 (P2008-128781A)
 (43) 公開日 平成20年6月5日(2008.6.5)
 審査請求日 平成21年11月6日(2009.11.6)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成17年度独立行政法人科学技術振興機構革新技術開発研究事業、産業活力再生特別措置法第30条の規定を受けるもの)

(73) 特許権者 305057523
 キューオーエル株式会社
 東京都多摩市関戸1-11-7 グリービル403
 (74) 代理人 100079441
 弁理士 広瀬 和彦
 (72) 発明者 北沢 真澄
 長野県上田市大字下之郷813番地12号
 キューオーエル株式会社内
 (72) 発明者 無敵 幸二
 東京都千代田区霞が関一丁目4番2号 株式会社メディビック内

審査官 宮川 哲伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 装着式温度測定装置および身体状態推定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被測定者の体表温度を開始時刻から終了時刻までの間に亘って測定した時系列の体表温度データ群を用いて被測定者の体温を推定し、該体温の推定値に基づいて被測定者が低温期と高温期とのうちいずれの状態にあるのか判断する装着式温度測定装置であって、

前記推定した被測定者の体温の推定値を複数日に亘って記憶する体温記憶手段を設け、

被測定者からの月経開始連絡に基づいて月経開始日を決定し、

該月経開始日から数えて第4日目から第11日目までの体温の推定値を平均した平均値を低温期の基準温度とし、

該低温期の基準温度よりも高い温度として、低温期から高温期への上昇を捉えることが可能な所定の温度差を該低温期の基準温度に加えた温度を高温期の基準温度とし、

前記体温記憶手段に記憶した体温の推定値と前記高温期の基準温度とを比較し、前記月経開始日以降で前記体温の推定値が前記高温期の基準温度よりも低いときには、前記被測定者は低温期にあるものと判断し、前記体温の推定値が前記高温期の基準温度よりも上昇したときには、前記被測定者は低温期から高温期に移行したものと判断する構成としてなる装着式温度測定装置。

【請求項2】

基礎体温の1周期を所定の割り当て日数をもった8つのステージに区分し、第1～第4ステージは低温期に対応し、残余の第5～第8ステージは高温期に対応するものとし、

前記月経開始日を前記第1ステージの開始日として、各ステージの割り当て日数が経過

10

20

すると、次のステージに順次移行するものとし、

前記第4ステージでは、前記被測定者が低温期から高温期に移行したと判断したときに、第5ステージに移行し、それ以外のときには第4ステージに留まる構成としてなる請求項1に記載の装着式温度測定装置。

【請求項3】

被測定者の体表温度を開始時刻から終了時刻までの間に亘って測定した時系列の体表温度データ群を用いて被測定者の体温を推定し、該体温の推定値に基づいて被測定者が低温期と高温期とのうちいずれの状態にあるのか判断する身体状態推定方法であって、

前記推定した被測定者の体温の推定値を複数日に亘って記憶し、

被測定者からの月経開始連絡に基づいて月経開始日を決定し、

該月経開始日から数えて第4日目から第11日目までの体温の推定値を平均した平均値を低温期の基準温度とし、

該低温期の基準温度よりも高い温度として、低温期から高温期への上昇を捉えることが可能な所定の温度差を該低温期の基準温度に加えた温度を高温期の基準温度とし、

前記体温記憶手段に記憶した体温の推定値と前記高温期の基準温度とを比較し、前記月経開始日以降で前記体温の推定値が前記高温期の基準温度よりも低いときには、前記被測定者は低温期にあるものと判断し、前記体温の推定値が前記高温期の基準温度よりも上昇したときには、前記被測定者は低温期から高温期に移行したものと判断する構成としてなる身体状態推定方法。

【請求項4】

被測定者の体表温度を開始時刻から終了時刻までの間に亘って測定した時系列の体表温度データ群を用いて被測定者の体温を推定し、該体温の推定値に基づいて被測定者の状態を推定する身体状態推定方法であって、

前記推定した被測定者の体温の推定値を複数日に亘って記憶し、

月経開始日から数えて第4日目から第11日目までの体温の推定値を平均した平均値を低温期の基準温度とし、

該低温期の基準温度よりも高い温度として、低温期から高温期への上昇を捉えることが可能な所定の温度差を該低温期の基準温度に加えた温度を高温期の基準温度とする構成としてなる身体状態推定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば就寝中に測定した被測定者の体表温度に基づいて被測定者が高温期と低温期のうちいずれの状態にあるかを推定する装着式温度測定装置および身体状態推定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、妊娠や避妊の目安となる周期を知る目的で女性のホルモンバランス状況を把握するために、基礎体温の日毎の変動を数ヶ月間に亘って追跡記録し、その変動周期や変動幅を数値的に分析する方法が行われてきた。基礎体温は一日のうちで最も新陳代謝の少ない就寝中の体温を計測することが望ましいが、就寝中に体温測定を行うことは一般的に困難である。このため、例えば起床時の口中温度を体温として計測し、この計測した体温を基礎体温の代わりに用いてきた（例えば特許文献1参照）。しかし、女性の生活の多様化を鑑みると、毎朝、計測時刻や計測方法等の条件を一定とすることは難しく、長期間に亘る計測の継続には苦痛を伴うと共に、短時間の口中温度の計測では計測結果に揺らぎが生じ易かった。このため、就寝している被測定者の腹部等に身体表面の温度（体表温度）を測定するセンサ装置を取り付け、このセンサ装置によって長時間に亘って自動測定した体表温度に基づいて基礎体温に対応した当日の代表温度を決めるものが知られている（例えば特許文献2参照）。このとき、代表温度は、例えば測定した体表温度の最高温度や平均温度としていた。

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特開平 1 1 - 3 1 6 1 6 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 4 - 1 6 3 3 9 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

ところで、従来技術では、被測定者の寝返り等によって体表に対するセンサ装置の密着状態が変化し、測定結果にばらつきが生じることがある。例えば、被測定者の腹部にセンサ装置を取付けた状態で、仰向けに寝たときにはセンサ装置の密着度が低いのに対し、うつぶせに寝たときにはセンサ装置の密着度が高くなる。さらに、うつぶせに寝た場合には、腹部の圧迫によって血流が増加し、この血流の増加に伴って体表温度が上昇する可能性や、電気敷き毛布の利用に伴って体表温度が上昇する可能性もある。この結果、被測定者が一時的にうつぶせに寝たときでも、このときの体表温度の測定結果が上昇してしまい、体表温度および代表温度の測定精度が低下する傾向がある。

10

【 0 0 0 5 】

また、従来技術では、測定した体表温度の範囲で代表温度を決定している。このとき、従来技術でも、代表温度を用いて基礎体温の変動を把握することはある程度は可能である。しかし、一般的に体表温度は外気や血流等の影響を受け易いため、実測値の最高温度や平均温度を代表温度として決定すると、代表温度には外気等の影響による揺らぎが生じる可能性がある。ここで、高温期と低温期からなる基礎体温の二相性の把握においては、低温期から高温期への + 0 . 3 の上昇を的確に捉える必要がある。これに対し、従来技術では、高温期での体温の上昇か、計測の揺らぎによる変化かを区別することが難しいという問題がある。

20

【 0 0 0 6 】

本発明は上述した従来技術の問題に鑑みなされたもので、本発明の目的は、複数日に亘る体表温度の検出データに基づいて被測定者が高温期と低温期のうちいずれの状態にあるかを推定することができる装着式温度測定装置および身体状態推定方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上述した課題を解決するために請求項 1 の発明は、被測定者の体表温度を開始時刻から終了時刻までの間に亘って測定した時系列の体表温度データ群を用いて被測定者の体温を推定し、該体温の推定値に基づいて被測定者が低温期と高温期とのうちいずれの状態にあるのか判断する装着式温度測定装置であって、前記推定した被測定者の体温の推定値を複数日に亘って記憶する体温記憶手段を設け、被測定者からの月経開始連絡に基づいて月経開始日を決定し、該月経開始日から数えて第 4 日目から第 1 1 日目までの体温の推定値を平均した平均値を低温期の基準温度とし、該低温期の基準温度よりも高い温度として、低温期から高温期への上昇を捉えることが可能な所定の温度差を該低温期の基準温度に加えた温度を高温期の基準温度とし、前記体温記憶手段に記憶した体温の推定値と前記高温期の基準温度とを比較し、前記月経開始日以降で前記体温の推定値が前記高温期の基準温度よりも低いときには、前記被測定者は低温期にあるものと判断し、前記体温の推定値が前記高温期の基準温度よりも上昇したときには、前記被測定者は低温期から高温期に移行したものと判断する構成としたことにある。

30

40

【 0 0 0 8 】

請求項 2 の発明では、基礎体温の 1 周期を所定の割り当て日数をもった 8 個のステージに区分し、第 1 ~ 第 4 ステージは低温期に対応し、残余の第 5 ~ 第 8 ステージは高温期に対応するものとし、前記月経開始日を前記第 1 ステージの開始日として、各ステージの割り当て日数が経過すると、次のステージに順次移行するものとし、前記第 4 ステージでは、前記被測定者が低温期から高温期に移行したと判断したときに、第 5 ステージに移行し、それ以外のときには第 4 ステージに留まる構成としている。

50

【 0 0 0 9 】

請求項 3 の発明では、被測定者の体表温度を開始時刻から終了時刻までの間に亘って測定した時系列の体表温度データ群を用いて被測定者の体温を推定し、該体温の推定値に基づいて被測定者が低温期と高温期とのうちいずれの状態にあるのか判断する身体状態推定方法であって、前記推定した被測定者の体温の推定値を複数日に亘って記憶し、被測定者からの月経開始連絡に基づいて月経開始日を決定し、該月経開始日から数えて第 4 日目から第 11 日目までの体温の推定値を平均した平均値を低温期の基準温度とし、該低温期の基準温度よりも高い温度として、低温期から高温期への上昇を捉えることが可能な所定の温度差を該低温期の基準温度に加えた温度を高温期の基準温度とし、前記体温記憶手段に記憶した体温の推定値と前記高温期の基準温度とを比較し、前記月経開始日以降で前記体温の推定値が前記高温期の基準温度よりも低いときには、前記被測定者は低温期にあるものと判断し、前記体温の推定値が前記高温期の基準温度よりも上昇したときには、前記被測定者は低温期から高温期に移行したものと判断する構成としている。

10

請求項 4 の発明では、被測定者の体表温度を開始時刻から終了時刻までの間に亘って測定した時系列の体表温度データ群を用いて被測定者の体温を推定し、該体温の推定値に基づいて被測定者の状態を推定する身体状態推定方法であって、前記推定した被測定者の体温の推定値を複数日に亘って記憶し、月経開始日から数えて第 4 日目から第 11 日目までの体温の推定値を平均した平均値を低温期の基準温度とし、該低温期の基準温度よりも高い温度として、低温期から高温期への上昇を捉えることが可能な所定の温度差を該低温期の基準温度に加えた温度を高温期の基準温度とする構成としている。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

請求項 1 , 3 の発明によれば、月経開始日から数えて第 4 日目から第 11 日目までの体温の推定値を平均した平均値を低温期の基準温度とし、該低温期の基準温度よりも高い温度として、低温期から高温期への上昇を捉えることが可能な所定の温度差を該低温期の基準温度に加えた温度を高温期の基準温度とした。このため、体温記憶手段に記憶した体温の推定値と高温期の基準温度とを比較し、月経開始日以降で体温の推定値が高温期の基準温度よりも低いときには、被測定者は低温期にあるものと判断し、体温の推定値が高温期の基準温度よりも上昇したときには、被測定者は低温期から高温期に移行したものと判断することができる。

30

【 0 0 1 1 】

請求項 2 の発明によれば、基礎体温の 1 周期を所定の割り当て日数をもった 8 個のステージに区分し、第 1 ~ 第 4 ステージは低温期に対応し、残余の第 5 ~ 第 8 ステージは高温期に対応するものとした。そして、第 4 ステージでは、被測定者が低温期から高温期に移行したと判断したときに、第 5 ステージに移行し、それ以外ときには第 4 ステージに留まる。これにより、被測定者が高温期と低温期のうちいずれの状態にあるか容易に把握することができる。

請求項 4 の発明によれば、月経開始日から数えて第 4 日目から第 11 日目までの体温の推定値を平均した平均値を低温期の基準温度とし、所定の温度差を該低温期の基準温度に加えた温度を高温期の基準温度とした。このため、体温の推定値と高温期の基準温度とを比較し、月経開始日以降で体温の推定値が高温期の基準温度よりも低いときには、被測定者は低温期にあるものと判断し、体温の推定値が高温期の基準温度よりも上昇したときには、被測定者は低温期から高温期に移行したものと判断することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 2 】

以下、本発明の実施の形態による装着式温度測定装置を添付図面に従って詳細に説明する。

【 0 0 1 3 】

まず、図 1 ないし図 11 は第 1 の参考例を示し、図において、1 は後述する外部の処理装置 13 と一緒に装着式温度測定装置を構成するウェアラブルセンサ装置（以下、センサ

50

装置 1 という)で、該センサ装置 1 は、後述のケーシング 2、体表温度検出部 3、補助体表温度検出部 4、外気温度検出部 5、コントロールユニット 7、表示部 11 等によって大略構成されている。

【0014】

2 はセンサ装置 1 の本体(主支持体)をなすケーシングで、該ケーシング 2 は、図 1 ないし図 4 に示すように例えば樹脂材料を用いて略長円形(小判形)の箱形状に形成され、その内部には後述の回路基板 6 等が収容されている。また、ケーシング 2 のうち被測定者 H の体表面側(正面側)には、2 個の略円形状に貫通した開口 2A、2B が設けられている。ここで、開口 2A はケーシング 2 の中央側に位置し、開口 2B はケーシング 2 の外周縁側に位置している。

10

【0015】

3 は体表の温度を検出する体表温度検出部(体表温度検出手段)で、該体表温度検出部 3 は、図 2 に示すように、ケーシング 2 の中央側に位置する開口 2A に取付けられている。また、体表温度検出部 3 は、例えばサーミスタ等からなる測温素子と、該測温素子を覆う金属製のカバーとによって構成されている。そして、体表温度検出部 3 はケーシング 2 のうち被測定者 H の体表面側に配置されるから、被測定者 H の体表面にカバーが接触し、体表温度がカバーを通じて測温素子に熱伝導する。これにより、体表温度検出部 3 は、測温素子によって被測定者 H の体表温度に応じた信号を出力する。

【0016】

なお、体表温度検出部 3 は、被測定者 H の体表面に接触して体表温度を直接的に検出する構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、例えば体表温度検出部 3 と被測定者 H の体表面との間に下着等を挟む場合には、体表温度検出部 3 は、下着等を介して被測定者 H の体表温度を間接的に検出する構成としてもよい。即ち、体表温度検出部 3 は、被測定者 H の皮膚表面の絶対温度を検出する必要はなく、皮膚表面の温度に対応して変化する相対的な温度を検出すれば足りる。従って、毎日の計測条件がほぼ一定であれば、例えば下着 1 枚を挟んで体表温度検出部 3 を被測定者 H の体表面に密着させる構成としてもよい。

20

【0017】

4 は外気に影響を受けた体表の温度を補助的に検出する補助体表温度検出部(補助体表温度検出手段)で、該補助体表温度検出部 4 は、図 2 に示すように、ケーシング 2 の外周縁側に位置する開口 2B に取付けられている。また、補助体表温度検出部 4 は、体表温度検出部 3 とほぼ同様に、測温素子とカバーとによって構成されている。そして、被測定者 H の体表面にカバーが接触することによって、体表温度がカバーを通じて測温素子に熱伝導する。また、補助体表温度検出部 4 は、ケーシング 2 の外周縁側に位置しているから、ケーシング 2 の中央側に位置する体表温度検出部 3 に比べて外気温度の影響を受け易い。このため、補助体表温度検出部 4 は、体表温度検出部 3 に比べて外気温度を反映した温度を検出し、例えば外気によって体表温度よりも低下した温度に応じた信号を測温素子から出力する。なお、補助体表温度検出部 4 も、体表温度検出部 3 と同様に、下着等を挟んだ状態で被測定者 H の体表温度を間接的に検出する構成としてもよい。

30

【0018】

5 は外気温度を検出する外気温度検出部(外気温度検出手段)で、該外気温度検出部 5 は、図 3 および図 4 に示すように、ケーシング 2 のうち被測定者 H の体表面とは反対側(背面側)に位置して、後述する表示部 11 の裏面に取付けられている。また、外気温度検出部 5 は、体表温度検出部 3 とほぼ同様に、測温素子とカバーとによって構成されている。但し、外気温度検出部 5 は、体表温度検出部 3 とは異なり、ケーシング 2 の内部に配置されている。また、外気温度検出部 5 と体表温度検出部 3、補助体表温度検出部 4 との間には、後述の回路基板 6 が配置されている。そして、外気温度検出部 5 は、ケーシング 2 の背面側に位置しているから、ケーシング 2 を介して外気温度を検出し、外気温度に応じた信号を測温素子から出力する。

40

【0019】

6 はケーシング 2 の内部に収容された回路基板で、該回路基板 6 には、図 5 に示すよう

50

にマイクロコンピュータ等からなる読み込み手段としてのコントロールユニット7が搭載されている。そして、コントロールユニット7は、その入力側が体表温度検出部3、補助体表温度検出部4および外気温度検出部5に接続されると共に、その出力側が後述の表示部11に接続されている。また、コントロールユニット7には記憶手段として例えばROM、RAM等からなる記憶部8が設けられている。

【0020】

ここで、記憶部8には、コントロールユニット7を作動させるプログラムと該プログラムで使用する開始時刻 t_1 、終了時刻 t_2 、時間間隔 t が予め格納されると共に、コントロールユニット7の作動によって後述の体表温度 T_1 、補助体表温度 T_2 、外気温度 T_3 が記憶される構成となっている。

10

【0021】

このとき、開始時刻 t_1 と終了時刻 t_2 は就寝中の時刻として例えば午前0時($t_1 = 0 : 00 \text{ am}$)と午前6時($t_2 = 6 : 00 \text{ am}$)とにそれぞれ設定され、時間間隔 t は例えば10分程度の値に設定される。なお、開始時刻 t_1 、終了時刻 t_2 は、被測定者Hが例えば夜間勤務者であれば、その就寝の開始時刻および終了時刻に設定されるものである。また、時間間隔 t も、10分に限らず、例えば3~20分程度の間で測定条件等に応じて適宜設定されるものである。

【0022】

また、コントロールユニット7は、時刻を計時するタイマ9を有すると共に、例えば2個のボタンスイッチ10A、10Bからなるスイッチ部10が接続されている。そして、コントロールユニット7は、ケーシング2に搭載されたコイン型リチウム電池等の電源7Aによって駆動し、スイッチ部10を操作することによって記憶部8からプログラムを読み出して作動する。これにより、コントロールユニット7は、タイマ9による時刻が開始時刻 t_1 に達すると、開始時刻 t_1 から終了時刻 t_2 までの間に亘って一定の時間間隔 t 毎に体表温度検出部3、補助体表温度検出部4、外気温度検出部5から検出温度に応じた体表温度検出データD1、補助体表温度検出データD2、外気温度検出データD3を読み込む。

20

【0023】

そして、コントロールユニット7は、これらの温度検出データD1~D3を記憶部8に順次記憶する。これにより、記憶部8には、開始時刻 t_1 から終了時刻 t_2 までの複数の体表温度検出データD1からなる時系列の体表温度データ群Dg1、複数の補助体表温度検出データD2からなる時系列の補助体表温度データ群Dg2、および複数の外気温度検出データD3からなる時系列の外気温度データ群Dg3が記憶される。

30

【0024】

また、記憶部8は、コントロールユニット7による温度検出データD1~D3のうち予め設定された温度の許容範囲(例えば $32 \sim 40$)以内の値で、かつ温度変化の許容範囲(例えば $\pm 1 / 10 \text{ 分}$)以内の値を正常な値とし、許容範囲以外の値を異常な値として各温度データ群Dg1~Dg3を記憶する。具体的には、正常な値は温度検出データD1~D3をそのまま記憶し、異常な値は欠損データ(例えば正常な値と識別可能なエラーデータ)が記憶される。

【0025】

ここで、一般に人体の体表温度は 34 程度であり、この温度付近まで上昇しないとケーシング2等が十分に温められた熱平衡状態にならない。また、人体の体表温度は 40 を超えることはない。このため、温度の許容範囲は、熱平衡状態で各温度検出部3~5によって検出される温度が例えば $32 \sim 40$ の範囲を逸脱することはないとの考えに基づいて決められている。また、就寝中は被測定者の体表温度は比較的安定している。このため、温度変化の許容範囲は、例えば10分程度の時間間隔 t の前、後で ± 1 の許容範囲を超えて変化することはないとの考えに基づいて決められている。

40

【0026】

なお、温度の許容範囲および温度変化の許容範囲は、例示した値に限らず、測定条件等を考慮して適宜設定してもよい。

50

【 0 0 2 7 】

また、温度検出データ D1 ~ D3 は、検出した温度 T1 ~ T3 そのものでもよく、例えば予め設定された基準温度数値 T0 と温度 T1 ~ T3 との差分値でもよい。この場合、基準温度数値 T0 は、データ容量を削減する意味から、例えば体表温度 T1 の平均値（例えば 34）等に設定するのが好ましい。

【 0 0 2 8 】

11 はケーシング 2 の背面側に設けられた液晶画面等からなる表示部で、該表示部 11 はコントロールユニット 7 に接続され、例えばコントロールユニット 7 の駆動状態を表示する。また、表示部 11 は、記憶部 8 に記憶した温度検出データ D1 ~ D3 を後述する外部の処理装置 13 に転送する転送手段を構成し、スイッチ部 10 を操作することによって、例えば QR コード（登録商標）等の 2 次元コードを表示する。ここで、この 2 次元コードは、記憶部 8 に記憶した 1 日分（1 晩分）の温度検出データ D1 ~ D3 およびデータの URL（Uniform Resource Locator）等の送信先アドレスの情報を含む。このため、被測定者 H は、2 次元コードの読取り機能を有する携帯電話 P T 等を使用することによって、携帯電話 P T 内に 2 次元コード内の情報を読み込む。これにより、被測定者 H は、図 6 に示すように、インターネット等を介して携帯電話 P T を外部の処理装置 13 にアクセスし、処理装置 13 に向けて温度検出データ D1 ~ D3 を転送することができる。

10

【 0 0 2 9 】

なお、転送手段は、表示部 11 による 2 次元コード表示を用いる構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、コントロールユニット 7 と携帯電話 P T との間を例えば有線方式または無線方式を用いて接続するコネクタ等の接続部を設け、該接続部によって転送手段を構成してもよい。

20

【 0 0 3 0 】

12 はケーシング 2 を被測定者 H に取付ける装着手段としてのクリップで、該クリップ 12 は、ケーシング 2 の中央側に位置して可撓性をもって帯状をなして上部（外部）に向けて延びると共に、その先端が衣服等を挟持可能な構成となっている。このため、クリップ 12 は、図 1 に示すように、ショーツ等の下着を挟むことによって、センサ装置 1 を被測定者 H の腹部に固定する。

【 0 0 3 1 】

なお、センサ装置 1 は被測定者 H の腹部に限らず、例えば被測定者 H の胸部に固定する構成としてもよい。この場合、クリップ 12 は、就寝時に着用する下着等に取り付けるものである。

30

【 0 0 3 2 】

13 は図 6 に示すようにセンサ装置 1 によって計測した温度検出データ D1 ~ D3 を用いて被測定者 H の体温 T4 を予測する体温予測手段としての処理装置で、該処理装置 13 は、例えばサーバコンピュータ等によって構成されている。

【 0 0 3 3 】

また、処理装置 13 は、既知の被測定者 H について測定した温度データ群 Dg1 ~ Dg3 および体温データ D4（口中温度）を用いて、P L S 回帰分析によって、得られた温度データ群 Dg1 ~ Dg3 から体温 T4 を逆演算することができる逆演算モデル B を構築する。

40

【 0 0 3 4 】

具体的には、例えば複数名の既知の被測定者 H について、センサ装置 1 を用いて、温度データ群 Dg1 ~ Dg3 を測定すると共に、起床時に当日の体温 T4 として口中温度を体温計等を用いて測定し、体温データ D4 として記録する。処理装置 13 は、このようにして得られた温度データ群 Dg1 ~ Dg3 および体温データ D4 に対して、後述する P L S 回帰分析を行い、温度データ群 Dg1 ~ Dg3 から体温 T4 を逆演算する逆演算モデル B を構築する。

【 0 0 3 5 】

そして、逆演算モデル B の構築後は、処理装置 13 は、逆演算モデル B を用いて未知の被測定者 H から送られてくる温度データ群 Dg1 ~ Dg3 から体温 T4 を予測し、体温の推定値 T4 を算出する。また、処理装置 13 は、算出した推定値 T4 を数日 ~ 数ヶ月間に亘

50

って記憶（蓄積）する体温記憶手段としての体温記憶部 13A を備えている。さらに、処理装置 13 は、体温記憶部 13A に記憶した体温の推定値 T4 を被測定者 H 毎に表示可能なホームページを備えている。

【0036】

このため、処理装置 13 のホームページに対して被測定者 H が例えば携帯電話 P T を用いてアクセスすると、被測定者 H の要求に応じて、体温記憶部 13A に記憶した体温の推定値 T4 を、携帯電話 P T、コンピュータに表示する。これにより、携帯電話 P T 等の画面には、例えば温度データ群 Dg1 ~ Dg3 の測定日に対応した体温の推定値 T4 が表示されると共に、1 ヶ月間の体温の推定値 T4 が表示される。

【0037】

なお、被測定者 H は携帯電話 P T に限らず、各種の携帯端末、コンピュータ等を用いて処理装置 13 にアクセスする構成としてもよい。また、処理装置 13 は、予め登録されたメールアドレスに向けて、体温の推定値 T4 を送信する構成としてもよい。

【0038】

本参考例による装着式温度測定装置は上述のような構成を有するもので、次に、PLS 回帰分析を用いた逆演算モデル B の構築方法について説明する。

【0039】

まず、複数名の既知の被測定者 H1 ~ Hn について、センサ装置 1 を用いて体表温度 T1、補助体表温度 T2 および外気温度 T3 を測定し、それぞれの時系列の温度データ群 Dg1 ~ Dg3 を記憶する。また、これらの温度データ群 Dg1 ~ Dg3 を測定した日の体温 T4 として、起床時の口中温度を体温計等を用いて測定し、記録する。そして、このような温度データ群 Dg1 ~ Dg3 および体温 T4 の測定を例えば 3 ヶ月に亘って行う。

【0040】

次に、図 7 に示すように、被測定者 H1 について、各測定日毎に温度データ群 Dg1 ~ Dg3 を列方向に並べると共に、測定日順に行方向に並べる。被測定者 H2 ~ Hn についても同様な作業を行い、全ての被測定者 H1 ~ Hn についての温度データ群 Dg1 ~ Dg3 を用いて、時系列のデータポイント数 × 測定サンプル数の温度データ群行列 X を構成する。このとき、測定サンプル数は、被測定者 H1 ~ Hn の人数と測定日との積となる。一方、体温データ D4 は、温度データ群 Dg1 ~ Dg3 の測定日毎に並べて、1（測定日の体温の数）× 測定サンプル数の体温データ行列 Y を構成する。

【0041】

次に、温度データ群行列 X の各項目（各検出時刻毎の温度検出データ D1 ~ D3）および体温データ行列 Y の各項目（体温データ D4）について、以下に示す数 1 の式を用いてスケール化（Mean Centering and Unit variance scaling）を行う。

【0042】

【数 1】

$$\text{Scale後の値} = \frac{(\text{Scale前の値} - \text{各項目の平均値})}{\text{標準偏差}}$$

【0043】

このとき、各項目の平均値および標準偏差の具体例として、例えば午前 1 時 40 分の体表温度検出データ D1 では、複数の測定日と複数名の被測定者に対する平均値（例えば 35.845）および標準偏差（例えば 0.603）となる。同様に、他の測定時刻の体表温度検出データ D1 に対する平均値および標準偏差も求めることができ、補助体表温度検出データ D2、外気温度検出データ D3、体温データ D4 についても、平均値および標準偏差を求めることができる。このため、これらの平均値および標準偏差を用いて、行列 X, Y の各項目についてスケール前（Scale前）の値からスケール後（Scale後）の値を演算する。

【0044】

次に、PLS 回帰分析では、スケール化した後の温度データ群行列 X および体温データ

10

20

30

40

50

行列 Y が以下の数 2 ～ 数 4 に示す関係を満足するものとする。

【 0 0 4 5 】

【 数 2 】

$$X = T \cdot P^T + E$$

【 0 0 4 6 】

【 数 3 】

$$Y = T \cdot Q^T + F$$

【 0 0 4 7 】

【 数 4 】

$$T = X \cdot W^*$$

【 0 0 4 8 】

ここで、 T はスコア行列、 W^* はローディングウエイト行列 (Loading Weight Matrix)、 P は X ローディング行列、 Q は Y ローディング行列をそれぞれ示している。また、 E は温度データ群の残差行列 (時系列のデータポイント数 \times 測定サンプル数の行列)、 F は体温データの残差行列 (1 \times 測定サンプル数の行列) を示している。また、上付き記号 (superscript) T は転置行列を示している。

【 0 0 4 9 】

温度データ群行列 X と体温データ行列 Y との共分散が最大で、各隠れ軸 (スコア行列 T の列) が互いに直交すると共に、残差行列 E 、 F が最小となる条件に基づいて、ローディング行列 P 、 Q 、 W^* を求めることができる。この結果、数 4 の式からスコア行列 T を求めることができるから、未知の被測定者 H の温度データ群 $Dg1 \sim Dg3$ からなる温度データ群行列 X_{new} (時系列のデータポイント数 \times 1 の行列) に対して、体温の推定値 Y ($Y = T4$) は以下の数 5 の式に基づいて算出することができる。

【 0 0 5 0 】

【 数 5 】

$$Y' = T \cdot Q^T = X_{new} \cdot W^* \cdot Q^T = X_{new} \cdot B$$

【 0 0 5 1 】

この結果、未知の被測定者 H について、温度データ群 $Dg1 \sim Dg3$ からなる温度データ群行列 X_{new} から体温 $T4$ を予測する逆演算モデル B ($B = W^* \cdot Q^T$) を構築することができる。

【 0 0 5 2 】

なお、隠れ軸の数は、例えばリーブ・ワン・アウト法 (leave-one-out validation) を用いて決定する。具体的には、逆演算モデル B の構築に用いたトレーニングセットとなる温度データ群行列 X および体温データ行列 Y のうち、1 つのサンプル (例えば被測定者 $H1$ の任意の測定日の温度データ群 $Dg1 \sim Dg3$ および体温データ $D4$) を一時的に除外して、残余のサンプルから一時的な逆演算モデルを構築する。この一時的な逆演算モデルから、除外された温度データ群 $Dg1 \sim Dg3$ を用いて体温を推定し、この推定値と既知の体温データ $D4$ との残差 (推定誤差) を求める。次に、除外したサンプルをトレーニングセットに戻し、他のサンプルを除外して同様の作業を行う。そして、この作業を全てのサンプルについて繰り返し、全ての推定誤差の総和を求める。これらの推定誤差の総和の演算を、隠れ軸の数を変化させる毎に行うと、このような推定誤差の総和が最小となる隠れ軸の数が分かる。これにより、隠れ軸の数を決定することができる。

【 0 0 5 3 】

以上のように、 PLS 回帰分析によって逆演算モデル B を構築する際には、既知の被測定者 $H1 \sim Hn$ について温度データ群 $Dg1 \sim Dg3$ からなる温度データ群行列 X は全ての温度検出データ $D1 \sim D3$ が揃う必要がある。一方、センサ装置 1 は、温度検出データ $D1 \sim D3$

10

20

30

40

50

のうち予め設定された温度の許容範囲（例えば 32 ～ 40 ）以内の値で、かつ温度変化の許容範囲（例えば ± 1 / 10 分）以内の値を正常な値とし、許容範囲以外の値を異常な値として各温度データ群 Dg1 ～ Dg3 を記憶する。このため、温度データ群 Dg1 ～ Dg3 には欠損データが含まれており、このままでは逆演算モデル B を構築することができない。

【 0054 】

そこで、本参考例では、温度データ群 Dg1 ～ Dg3 には異常な値の温度検出データ D1 ～ D3 に対して、主成分分析による推定モデルを用いて正常な値を推定し、この推定値を用いて欠損データを補完している。

【 0055 】

このため、次に、温度データ群 Dg1 ～ Dg3 中の欠損データの補完処理について説明する。

【 0056 】

まず、正常な値の温度検出データ D1 ～ D3 に対して、欠損データの割合が多過ぎると、正常な値を推定することができなくなる。このため、欠損データの割合が 60 % を超えるサンプル（温度データ群 Dg1 ～ Dg3 およびこのときの体温データ D4）は削除する。

【 0057 】

また、各温度データ群 Dg1 ～ Dg3 のうち開始時刻 t1 付近の時間帯および終了時刻 t2 付近の時間帯は、欠損データが多い。この理由は、開始時刻 t1 付近の時間帯については、センサ装置 1 の温度検出部 3 ～ 5 が十分に温められていないと考えられる。また、終了時刻 t2 付近の時間帯については、起床直前に伴って寝返り等が多くなるためと考えられる。このため、各温度データ群 Dg1 ～ Dg3 のうち開始時刻 t1 付近の時間帯および終了時刻 t2 付近の時間帯の温度検出データ D1 ～ D3 は削除した。

【 0058 】

この結果、図 7 に示すように、逆演算モデル B の構築および体温 T4 の推定値 Y の算出には、体表温度データ群 Dg1 は例えば午前 1 時 40 分（ 1 : 40 a m ）から午前 5 時 30 分（ 5 : 30 a m ）までの体表温度検出データ D1 を用い、補助体表温度データ群 Dg2 は例えば午前 1 時 30 分（ 1 : 30 a m ）から午前 4 時 50 分（ 4 : 50 a m ）までの補助体表温度検出データ D2 を用い、外気温度データ群 Dg1 は例えば午前 2 時 10 分（ 2 : 10 a m ）から午前 3 時 20 分（ 3 : 20 a m ）までの外気温度検出データ D3 を用いた。

【 0059 】

以上により、温度データ群 Dg1 ～ Dg3 中の欠損データの割合は 5 % 程度となった。この状態で、図 8 に示す温度データ群 Dg1 ～ Dg3 中の欠損データの補完処理を行った。

【 0060 】

まず、ステップ 1 では、欠損データ部分に初期値を代入し、欠損データを補った温度データ群行列 X（温度データ群 Dg1 ～ Dg3）を構成する。このとき、初期値としては、欠損データに対応する温度検出データ D1 ～ D3 の平均値または N I P A L S（繰り返しアルゴリズム）の S C P（Single Component Projection）による推定値を用いる。

【 0061 】

次に、ステップ 2 では、欠損データを補った温度データ群行列 X を用いて主成分分析を行い、以下の数 6 に示す P C A（Principal Component Analysis）モデルを構築する。

【 0062 】

【数 6】

$$X' = T \cdot P^T$$

【 0063 】

ここで、数 2 の式と同様に、T はスコア行列、P は X ローディング行列をそれぞれ示している。このとき、スコア行列 T、X ローディング行列 P は、温度データ群行列 X の共分散が最大となると共に、各隠れ軸（スコア行列 T の列）が互いに直交するとの条件に基づ

10

20

30

40

50

いて、ローディング行列 P およびスコア行列 T を求めることができる。

【 0 0 6 4 】

次に、ステップ 3 では、P C A モデルが構築できたら、数 6 に示すように、該 P C A モデルを用いて温度データ群行列の推定値 X を算出する。

【 0 0 6 5 】

次に、ステップ 4 では、温度データ群行列 X と推定値 X とのうち欠損データ箇所の収束性を検討する。そして、各欠損データ箇所の推定値の変動が所定のしきい値よりも小さい場合には、欠損データの推定値を記憶して処理を終了する。

【 0 0 6 6 】

一方、各欠損データ箇所の推定値の変動が所定のしきい値よりも大きい場合には、ステップ 5 に移って欠損データ箇所をステップ 3 で算出した推定値 X のデータに置き換えて、ステップ 2 以降の処理を繰り返す。これにより、欠損データを適切な推定値 X で補完することができる。

【 0 0 6 7 】

以上のような欠損データの補完処理を行った後に、P L S 回帰分析を行うことによって、逆演算モデル B を構築することができる。次に、実際に逆演算モデル B を構築して体温の推定値 T_4 を演算した。

【 0 0 6 8 】

ここで、既知の 6 5 名の女性の被測定者 H1 ~ H65 にセンサ装置 1 を装着してもらい、6 ヶ月間に亘って温度データ群 Dg1 ~ Dg3 および体温データ D4 (口中温度) を収集した。

【 0 0 6 9 】

最初に、これら全てのサンプル (温度データ群 Dg1 ~ Dg3 および体温データ D4) を用いて逆演算モデル B を構築した。しかし、逆演算モデル B の構築に用いたデータ (トレーニングデータ) を用いて推定誤差を検討したところ、約 $\pm 0.3 \sim 0.4$ の推定誤差をもつ結果となり、精度が悪くなった。これは被測定者 H1 ~ H65 毎にセンサ装置 1 の装着状況や口中温度の測定精度が異なり、欠損データの多い被測性者や比較的精度の低い被測性者のデータ等が外乱として作用するためと考えられる。

【 0 0 7 0 】

このため、例えば 1 ヶ月程度の間高温期と低温期とを周期的に繰り返す再現性が高い体温データ D4、即ち基礎体温の周期性が明確な体温データ D4 が得られた 3 名の被測定者 H2, H13, H20 を特定し、この 3 名の被測定者 H2, H13, H20 についての温度データ群 Dg1 ~ Dg3 および体温データ D4 を用いて逆演算モデル B を構築した。他の被測定者のデータについては、この逆演算モデル B を用いて体温 T_4 を推定演算し、逆演算モデル B の正当性のチェックに用いた。

【 0 0 7 1 】

このとき、温度データ群行列 X (温度データ群 Dg1 ~ Dg3) は、10 分間隔の時系列の温度検出データ D1 ~ D3 によって構成されるため、例えば 53 次元のデータである。これに対し、本参考例では、この 53 次元の温度データ群行列 X を P L S 回帰分析によって 10 本の隠れ軸による新次元軸 (10 次元) に引き換えることによって、温度データ群行列 X による X 空間の約 88% を説明することができ、体温データ行列 Y による Y 空間の約 50% を説明することができた。この結果、3 名の被測定者 H2, H13, H20 によるデータを用いた逆演算モデル B では、トレーニングデータに対する推定誤差が約 ± 0.2 程度となり、推定精度を高めることができた。

【 0 0 7 2 】

図 9 に逆演算モデル B を用いてトレーニングデータ (被測定者 H2, H13, H20 の温度データ群 Dg1 ~ Dg3) から算出した体温の推定値 T_4 を示す。この結果から、逆演算モデル B を用いて算出した体温の推定値 T_4 も、実際の体温 T_4 とほぼ同様に高温期と低温期とを有する周期性をもって変化することが分かる。また、体温の推定値 T_4 の誤差は、略 ± 0.2 程度となることも分かる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

また、図 1 0 に逆演算モデル B を用いてバリデーションデータ（被測定者 H 2 , H 1 3 , H 2 0 以外の被測定者の温度データ群 D g 1 ~ D g 3 ）から算出した体温の推定値 T 4 を示す。この結果から、体温の推定値 T 4 の誤差は少し増加するものの、トレーニングデータ以外に対しても、逆演算モデル B を用いて算出した体温の推定値 T 4 は、実際の体温 T 4 とほぼ同様に高温期と低温期とを有する周期性をもって変化することが分かる。

【 0 0 7 4 】

図 1 1 に逆演算モデル B のモデル係数（スコア行列 T の係数）を示す。この係数は、体温の推定値 T 4 に対する各温度検出データ群 D g 1 ~ D g 3 の影響の度合いに対応している。この結果から、体表温度検出データ D 1 は午前 2 時 4 0 分と午前 5 時の係数が大きく、補助体表温度検出データ D 2 は午前 2 時 3 0 分の係数が大きく、外気温度検出データ D 3 は午前 2 時 2 0 分の係数が大きくなっている。これにより、午前 2 時 2 0 分から午前 2 時 4 0 分の時間帯における各温度検出データ D 1 ~ D 3 が支配的に寄与していることが分かる。このため、センサ装置 1 の記憶部 8 の容量が制限される場合等には、午前 2 ~ 午前 3 時頃の温度検出データ D 1 ~ D 3 を記憶すれば、推定精度を維持しつつ有効な逆演算モデル B が構築できることが分かる。

【 0 0 7 5 】

かくして、本参考例によれば、予め測定した温度データ群 D g 1 ~ D g 3 と体温データ D 4 とを用いて P L S 回帰分析によって逆演算モデル B を構築したから、温度データ群 D g 1 ~ D g 3 からなる例えば 5 3 次元の温度データ群行列 X を 1 0 次元に低次元化された隠れ軸を用いて表すことができる。このため、温度データ群行列 X の空間内の共線性を効果的に処理することができ、ノイズに対してロバストなモデルパラメータを用いて逆演算モデル B を構築することができる。この結果、例えば P C R 回帰分析等の他のモデリング技術に比べて体温の推定能力を高めることができる。

【 0 0 7 6 】

また、P L S 回帰分析では、入力データである温度データ群行列 X（温度データ群 D g 1 ~ D g 3）の空間内のモデル化も同時に行う。このため、モデリング哲学として、出力となる体温の予測誤差だけでなく、重要なキー情報が一番存在している温度データ群行列 X の空間内のモデル化も同時に行っており、より真に近い逆演算モデル B を構築することができる。

【 0 0 7 7 】

さらに、低次元化された隠れ軸を検証することによって、簡易的に変数関係およびサンプル関係を把握することができる。即ち、低次元化された隠れ軸によって、温度データ群行列 X に含まれる複数の温度検出データ D 1 ~ D 3 の中で体温の推定に対する影響が大きいものと、小さいものとを把握することができる。このため、影響の大きい時間帯の温度検出データ D 1 ~ D 3 を測定することによって、正確な体温を推定することができる。これにより、例えば温度検出データ D 1 ~ D 3 を記憶する記憶部 8 の容量が制限される場合でも、影響の大きい時間帯の温度検出データ D 1 ~ D 3 を測定するだけで、正確な体温を推定することができる。

【 0 0 7 8 】

また、逆演算モデル B を用いて温度データ群 D g 1 ~ D g 3 から体温 T 4 を推定するから、例えば毎日の体温に基づいて被測定者の健康管理を行う場合でも容易に利用することができる。さらに、逆演算モデル B を用いて、数時間に亘って計測した温度検出データ D 1 ~ D 3 から体温 T 4 を推定するから、口中温度等の体温を直接計測した場合に比べて、計測の揺らぎの影響を抑制することができる。

【 0 0 7 9 】

また、本参考例では、記憶部 8 は、各温度検出データ D 1 ~ D 3 のうち予め設定された温度の許容範囲以内の値で、かつ温度変化の許容範囲以内の値を正常な値とし、温度または温度変化のうち少なくともいずれか一方で許容範囲以外の値を異常な値として体表温度データ群を記憶する。このため、逆演算モデル B を構築するときに、温度の許容範囲以外ま

10

20

30

40

50

たは温度変化の許容範囲以外の温度検出データD1～D3を用いることがなくなる。この結果、温度検出データD1～D3の異常な値が逆演算モデルBに影響することがなくなり、逆演算モデルBによる体温の推定値T4の精度を高めることができる。

【0080】

一方、PLS回帰分析を行うためには、温度データ群Dg1～Dg3に含まれる温度検出データD1～D3は全て揃う必要がある。このため、本参考例では、既知の被測定者について、測定した温度データ群Dg1～Dg3のうち異常な値の温度検出データD1～D3に対して、主成分分析による推定モデル（PCAモデル）を用いて正常な値の温度検出データD1～D3を推定する。そして、この推定した温度検出データD1～D3を含む温度データ群Dg1～Dg3を用いて、PLS回帰分析によって逆演算モデルBを構築する。この結果、温度データ群Dg1～Dg3に異常な値の温度検出データD1～D3を含むときでも、異常な値の影響を受けることなく逆演算モデルBを構築することができ、体温の推定値T4の精度を高めることができる。

10

【0081】

また、本参考例では、センサ装置1には、体表温度検出部3に加えて、補助体表温度検出部4および外気温度検出部5を設けたから、記憶部8には、体表温度データ群Dg1に加えて、補助体表温度データ群Dg2および外気温度データ群Dg3を記憶することができる。そして、既知の被測定者についての温度データ群Dg1～Dg3および体温データD4を用いて、PLS回帰分析によって、逆演算モデルBを構築する。

【0082】

20

このとき、各温度データ群Dg1～Dg3に対する外気温度の影響が相互に異なるのに加えて、逆演算モデルBは、体表温度データ群Dg1に加えて、補助体表温度データ群Dg2および外気温度データ群Dg3を用いて構築する。このため、例えば体表温度検出データD1が外気温度の影響を受けるときでも、逆演算モデルBは、この外気温度の影響を除去して、体温の推定値T4を演算することができる。

【0083】

ここで、体表温度検出部3、補助体表温度検出部4および外気温度検出部5はいずれもケーシング2に設けられているから、これらの温度検出データD1～D3は相互に大きな相関性を有する。これに対し、本参考例では、PLS回帰分析を用いて逆演算モデルBを構築するから、温度データ群Dg1～Dg3と体温データD4との間で共分散が最大化し、かつ低次元化しながら、逆演算モデルBの構築を行う。このため、温度データ群Dg1～Dg3の間で相互に大きな相関性を有する場合でも、ノイズに対してロバストな逆演算モデルBを構築することができる。

30

【0084】

また、本参考例では、センサ装置1のケーシング2には記憶部8に記憶した温度検出データD1～D3を外部の処理装置13に転送する表示部11を設ける構成とした。このため、表示部11に表示した2次元コードを用いて、記憶部8内の温度検出データD1～D3を外部の処理装置13に転送し、該処理装置13を用いて、逆演算モデルBを構築することができる。

【0085】

40

このため、例えば複数名の被測定者について数ヶ月間に亘る温度検出データD1～D3を用いて逆演算モデルBを構築するときでも、処理装置13は、これらの大量の温度検出データD1～D3を大容量の体温記憶部13A内に蓄積し、高速に演算処理することができ、逆演算モデルBを速やかに構築することができる。

【0086】

なお、前記第1の参考例では、逆演算モデルBは外部の処理装置13内に設ける構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、例えば逆演算モデルBを処理装置13で構築した後に、センサ装置1のコントロールユニット7に移植する構成としてもよい。この場合、ケーシング2内のコントロールユニット7では、単純な行列計算を行うだけで足りるため、小型のコントロールユニット7でも体温T4の推定演算を行うことができる。この結果

50

、コントロールユニット 7 は、ケーシング 2 に設けられた表示部 11 に温度検出データ D1 ~ D3 を測定した当日の体温 T4 の推定結果を表示することができるから、被測定者 H は体温を速やかに確認することができる。

【0087】

また、前記第 1 の参考例では、センサ装置 1 には体表温度検出部 3 に加えて補助体表温度検出部 4 および外気温度検出部 5 を設け、これらによる温度検出データ D1 ~ D3 を用いて逆演算モデル B を構築する構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、例えばセンサ装置 1 の外気温度検出部 5 を省き、温度検出データ D1, D2 を用いて逆演算モデルを構築する構成としてもよい。この場合、第 1 の参考例と同じ 3 名の被測定者 H2, H13, H20 の温度検出データ D1, D2 を用いて逆演算モデルを構築したところ、温度データ群行列 X による X 空間の約 91 % を説明することができたものの、体温データ行列 Y による Y 空間の約 44 % しか説明できず、Y 空間の説明率が低下した。これに伴い、推定精度も約 6 % 低下した。

10

【0088】

また、センサ装置 1 の補助体表温度検出部 4 を省き、温度検出データ D1, D3 を用いて逆演算モデルを構築する構成としてもよい。この場合、第 1 の参考例と同じ 3 名の被測定者 H2, H13, H20 の温度検出データ D1, D3 を用いて逆演算モデルを構築したところ、温度データ群行列 X による X 空間の約 91 % を説明することができたものの、体温データ行列 Y による Y 空間の約 43 % しか説明できず、Y 空間の説明率が低下した。これに伴い、推定精度も約 7 % 低下した。

20

【0089】

さらに、センサ装置 1 の体表温度検出部 3 を省き、補助体表温度検出データ D2 と外気温度検出データ D3 とを用いて逆演算モデルを構築する構成としてもよい。この構成では、補助体表温度検出部 4 は、体表温度検出手段として使用する。この場合、第 1 の参考例と同じ 3 名の被測定者 H2, H13, H20 の温度検出データ D1, D3 を用いて逆演算モデルを構築したところ、温度データ群行列 X による X 空間の約 92 % を説明することができたものの、体温データ行列 Y による Y 空間の約 44 % しか説明できず、Y 空間の説明率が低下した。これに伴い、推定精度も約 6 % 低下した。

【0090】

このように、3 個の温度検出部 3 ~ 5 を用いた場合に比べて、2 個の温度検出部を用いた場合には、いずれも推定精度が約 6 % 程度低下する。しかし、例えば体表温度検出データ D1 のみを用いた場合と比べたときには、推定精度を高めることができ、外気温度等の影響を除去するには有効である。

30

【0091】

また、本発明では、例えばセンサ装置 1 から補助体表温度検出部 4 および外気温度検出部 5 を省き、温度検出データ D1 のみを用いて逆演算モデルを構築する構成としてもよい。この場合、逆演算モデルによる推定精度は低下するものの、製造コストを低くすることができる。

【0092】

また、前記第 1 の参考例では、例えば 3 名の被測定者の温度検出データ D1 ~ D3 を用いて逆演算モデル B を構築する構成としたが、4 名以上の被測定者の温度検出データを用いて逆演算モデルを構築してもよく、1 名または 2 名の被測定者の温度検出データを用いて逆演算モデルを構築してもよい。複数名の被測定者の温度検出データを用いた場合には、逆演算モデルの汎用性が高くなる。

40

【0093】

また、逆演算モデル B を構築するための既知の被測定者と、逆演算モデル B を用いて体温を推定する未知の被測定者とは、異なる人物でもよく、同一人物でもよい。即ち、既知の被測定者とは、逆演算モデルを構築するために、体表温度検出データ等に加えて体温（口中温度）を測定した被測定者を示すものである。一方、未知の被測定者とは、体温を除いて体表温度検出データ等を測定した被測定者を示すものである。

50

【 0 0 9 4 】

特に、逆演算モデル B を構築するための既知の被測定者と、逆演算モデル B を用いて体温を推定する未知の被測定者とが、1 名の同一人物である場合には、汎用性は低下するものの、当該被測定者については、逆演算モデルの推定精度が向上する。このため、例えば夜間勤務者のように、他の人物と生活パターンが著しく異なる人には、その人に特有な逆演算モデルを構築するのが有効である。

【 0 0 9 5 】

次に、図 1 2 および図 1 3 は本発明の第 2 の参考例を示し、本参考例の特徴は、処理装置には、体温記憶部に記憶した複数日の体温に対して高周波な変動成分を除去するローパスフィルタ部を設ける構成としたことにある。なお、本参考例では、前述した第 1 の参考例と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

10

【 0 0 9 6 】

2 1 は処理装置 1 3 に設けられたローパスフィルタ部（ローパスフィルタ手段）で、該ローパスフィルタ部 2 1 は、処理装置 1 3 に搭載されたソフトウェア、または処理装置 1 3 に接続されたデジタルフィルタ回路等のハードウェアによって構成されている。そして、ローパスフィルタ部 2 1 は、体温記憶部 1 3 A 内に記憶した複数日の体温の推定値 T 4 に対して、高温期と低温期からなる基礎体温の周期性を残しつつ、高周波な温度の変動成分を除去する処理を施す。即ち、例えば 1 周期が 1 0 ～ 2 0 日以上となるような低周波（長周期）な温度の変動成分は残し、これよりも高周波（短周期）な温度の変動成分を除去する。これにより、図 1 3 に示すように、逆演算モデル B が 1 ～ 3 日程度の間の急激に変化する体温の推定値 T 4 を算出するときでも、高温期と低温期とが略 1 ヶ月単位で繰り返す基礎体温の周期性を明確化することができる。

20

【 0 0 9 7 】

かくして、このように構成される第 2 の参考例でも、第 1 の参考例とほぼ同様の作用効果を得ることができる。特に、第 2 の参考例では、ローパスフィルタ部 2 1 を用いて、体温記憶部 1 3 A に記憶した複数日の体温に対して高周波な変動成分を除去する構成としたから、逆演算モデル B を用いて推定した体温に誤差が含まれるときでも、ローパスフィルタ部 2 1 は、この誤差に基づく体温の高周波な変動成分を除去することができる。この結果、例えば女性の基礎体温は略 1 ヶ月周期で変動するのに対し、このような低周波な体温の変動を明確化することができ、高温期と低温期とが入れ替わる時期を精度良く把握することができる。

30

【 0 0 9 8 】

次に、図 1 4 および図 1 5 は本発明の実施の形態を示し、本実施の形態の特徴は、処理装置は、被測定者の身体状態を円グラフを用いて表示すると共に、被測定者の体温の推定値 T 4 を文字記号を用いた棒グラフで表示する構成としたことにある。なお、本実施の形態では、前述した第 1 の参考例と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【 0 0 9 9 】

図 1 4 は処理装置 1 3 によってホームページ内に表示された円グラフ 3 1 を示している。ここで、円グラフ 3 1 は 8 等分の扇形をなす第 1 ～ 第 8 ステージ 3 1 A ～ 3 1 H に分割され、半分の第 1 ～ 第 4 ステージ 3 1 A ～ 3 1 D は低温期に対応し、残余の第 5 ～ 第 8 ステージ 3 1 E ～ 3 1 H は高温期に対応している。これにより、円グラフ 3 1 は、被測定者が低温期および高温期（第 1 ～ 第 8 ステージ 3 1 A ～ 3 1 H）のいずれのステージに該当するのかを表示するものである。

40

【 0 1 0 0 】

そして、円グラフ 3 1 の 1 周分が基礎体温の 1 周期に該当するものとし、1 サイクル（1 周）は基本的に 2 8 日としている。このとき、第 1，第 2，第 5，第 6 ステージ 3 1 A，3 1 B，3 1 E，3 1 F はそれぞれ 4 日が割り当てられ、第 3，第 4，第 7，第 8 ステージ 3 1 C，3 1 D，3 1 G，3 1 H はそれぞれ 3 日が割り当てられる。また、第 1 ステージ 3 1 A の初日は、被測定者が申告する月経開始連絡に基づいて決定する。

50

【0101】

また、低温期の基準温度は、月経開始日から4～11日目までの平均値とする。一方、高温期の基準温度は、低温期の基準温度に対して所定の温度差（例えば0.3）を加えた温度とする。

【0102】

そして、処理装置13は、原則として第1ステージ31Aの初日から経過した日数に応じて第1～第4ステージ31A～31Dのいずれに該当するかを判定し、該当するステージ中に例えば文字記号（例えば星印）を表示する。なお、該当するステージは、文字記号に限らず、例えば点滅等によって表示する構成としてもよい。

【0103】

但し、低温期の期間には個人差があるので、12日目以降の体温の推定値T4が低温期の基準温度に比べて0.3よりも上昇した日を第5ステージ31Eに突入したものと判定し、第5ステージ31E中に文字記号を表示する。逆に、12日目以降であっても低温期の基準温度に比べて0.3まで上昇しないときには、第4ステージ31Dに留まっているものとして、第4ステージ31D中に文字記号を表示する。特に、15日目以降でも低温期の基準温度に比べて0.3の上昇が確認できないときには、低温期が長引いていると判断し、その旨を表示する。

【0104】

また、第5ステージ31Eに突入した後は、処理装置13は、再び経過した日数に応じて第5～第8ステージ31E～31Hのいずれに該当するかを判定し、該当するステージ中に例えば文字記号（例えば星印）を表示する。

【0105】

また、処理装置13は、第5ステージ31Eの初日から15日以上が経過しても次の月経連絡が無い場合は、体温の推定値T4が低温期の基準温度よりも低下したか否かを確認する。そして、体温の推定値T4が低温期の基準温度よりも低下した場合には、処理装置13は、第1ステージ31Aに突入したものと判定し、第1ステージ31A中に文字記号を表示すると共に、月経開始の連絡を忘れている可能性がある旨を表示する。

【0106】

一方、体温の推定値T4が低温期の基準温度まで低下しておらず、高温期にあると考えられる場合には、処理装置13は、第8ステージ31H中に文字記号を表示すると共に、妊娠の可能性のある旨を表示する。

【0107】

図15は処理装置13によって円グラフ31とは別個にホームページ内に表示された棒グラフ32を示している。ここで、棒グラフ32は被測定者が申告する月経開始連絡に基づいて月経開始日を決定し、その日付けと一緒に月経開始を示す記号（例えば丸記号）で表示する。

【0108】

また、処理装置13は、過去3周期分の体温の推定値T4の平均値Mを演算する。そして、体温の推定値T4が平均値Mよりも例えば0.1未満の範囲で高いときには、高温期であることを示す文字記号（例えば黒星印）を1個表示する。また、体温の推定値T4が平均値Mよりも例えば0.1以上0.2未満の範囲で高いときには、高温期であることを示す文字記号を2個表示する。さらに、体温の推定値T4が平均値Mよりも例えば0.2以上高いときには、高温期であることを示す文字記号を3個表示する。

【0109】

一方、体温の推定値T4が平均値Mと同一または平均値Mよりも例えば0.1未満の範囲で低いときには、低温期であることを示す文字記号（例えば白星印）を1個表示する。また、体温の推定値T4が平均値Mよりも例えば0.1以上0.2未満の範囲で低いときには、低温期であることを示す文字記号を2個表示する。さらに、体温の推定値T4が平均値Mよりも例えば0.2以上低いときには、低温期であることを示す文字記号を3個表示する。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 0 】

これにより、折れ線グラフによる表示を用いた場合に比べて、例えば携帯電話 P T の画面でも見易く表示することができる。

【 0 1 1 1 】

なお、高温期を示す文字記号を赤色、低温期を示す文字記号を青色等のように、色分け表示する構成としてもよい。

【 0 1 1 2 】

また、被測定者に当日の体調（良、悪）を申告してもらい、棒グラフ 3 2 には、日付に対応した位置に、申告された当日の体調を簡単な文字記号を用いて表示する構成としてもよい。

10

【 0 1 1 3 】

かくして、このように構成される第 3 の実施の形態でも、第 1 の参考例とほぼ同様の作用効果を得ることができる。特に、処理装置 1 3 は、被測定者の身体状態を示す円グラフ 3 1 と、被測定者の体温の推定値 T 4 を示す棒グラフ 3 2 とを表示する構成としたから、被測定者が円グラフ 3 1、棒グラフ 3 2 を目視することによって、当日の身体状態等を容易に把握することができる。

【 0 1 1 4 】

なお、本実施の形態では、第 1 の参考例による逆演算モデル B を用いて演算した体温の推定値 T 4 を用いて、円グラフ 3 1、棒グラフ 3 2 を作成する構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、例えば第 2 の参考例のように、被測定者の体温の推定値に対してローパスフィルタ処理を行った後に、円グラフ、棒グラフを作成する構成としてもよい。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 1 1 5 】

【図 1】第 1 の参考例によるウェアラブルセンサ装置を被測定者が装着した状態を示す外観図である。

【図 2】図 1 中のウェアラブルセンサ装置を単体で示す正面図である。

【図 3】図 2 中のウェアラブルセンサ装置を示す背面図である。

【図 4】ウェアラブルセンサ装置を図 2 中の矢示 IV - IV 方向からみた断面図である。

【図 5】ウェアラブルセンサ装置に設けられたコントロールユニットの構成を示すブロック図である。

30

【図 6】ウェアラブルセンサ装置と外部の処理装置とから構成した装着式温度測定装置を示す説明図である。

【図 7】処理装置による逆演算モデルの構築に用いる温度データ群行列 X および体温データ行列 Y を示す説明図である。

【図 8】欠損データの補完処理を示す流れ図である。

【図 9】逆演算モデルを用いてトレーニングデータから算出した体温の推定値を示す特性線図である。

【図 1 0】逆演算モデルを用いてバリデーションデータから算出した体温の推定値を示す特性線図である。

【図 1 1】逆演算モデルのモデル係数を示す説明図である。

40

【図 1 2】第 2 の参考例による装着式温度測定装置を示す説明図である。

【図 1 3】ローパスフィルタ処理を行った体温の推定値を示す特性線図である。

【図 1 4】本発明の実施の形態による円グラフを示す説明図である。

【図 1 5】本発明の実施の形態による棒グラフを示す説明図である。

【符号の説明】

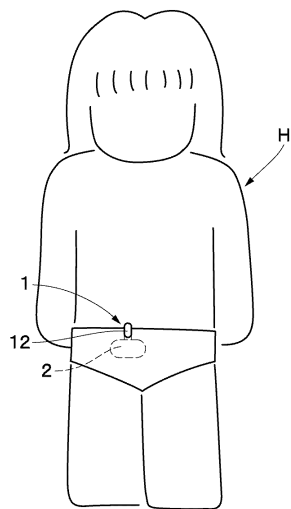
【 0 1 1 6 】

- 1 ウェアラブルセンサ装置
- 2 ケーシング
- 3 体表温度検出部（体表温度検出手段）
- 4 補助体表温度検出部（補助体表温度検出手段）

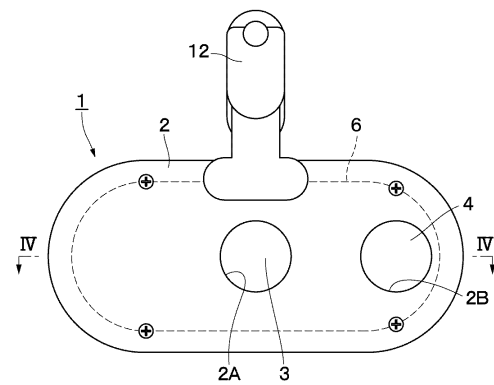
50

- 5 外気温度検出部（外気温度検出手段）
- 7 コントロールユニット（データ読み手段）
- 8 記憶部（記憶手段）
- 1 1 表示部（転送手段）
- 1 3 処理装置

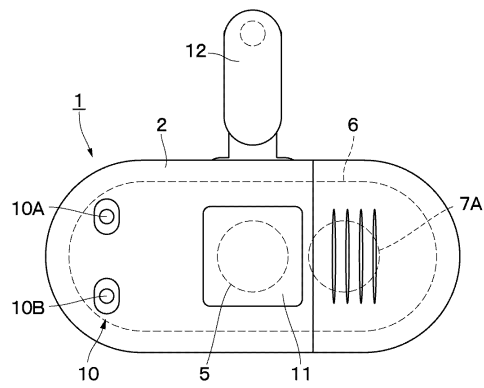
【図 1】



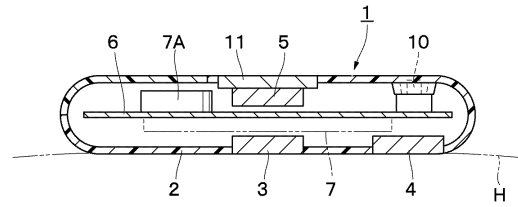
【図 2】



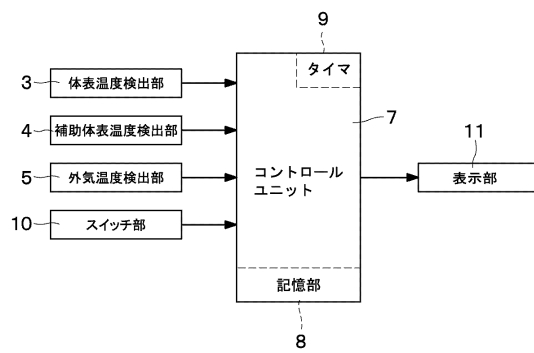
【図 3】



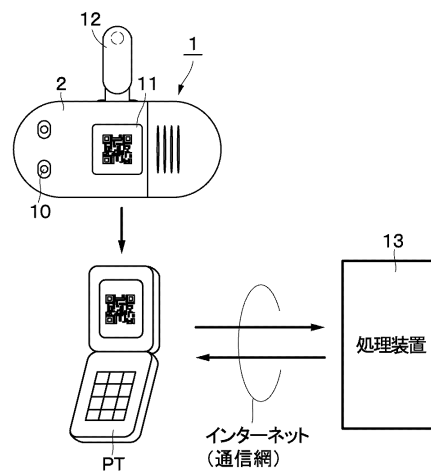
【図 4】



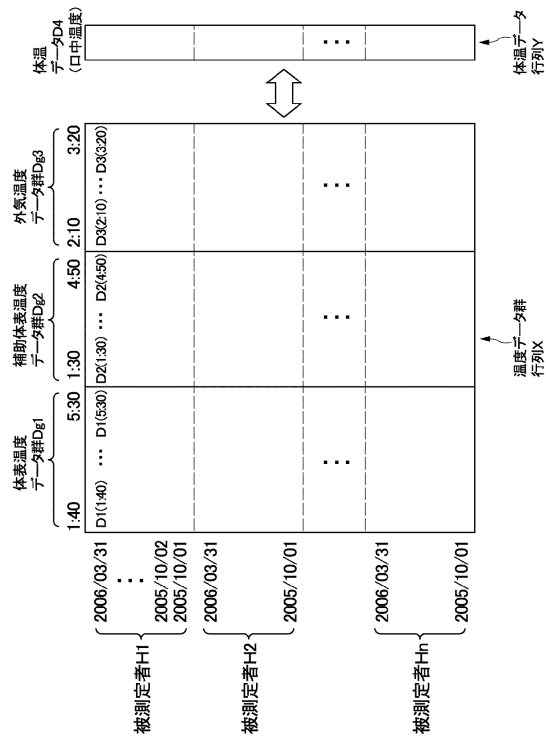
【図 5】



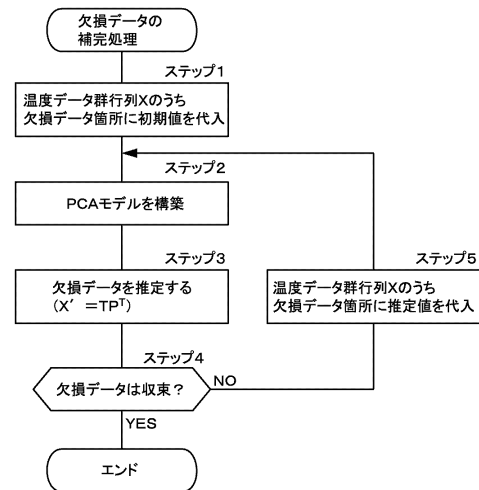
【図 6】



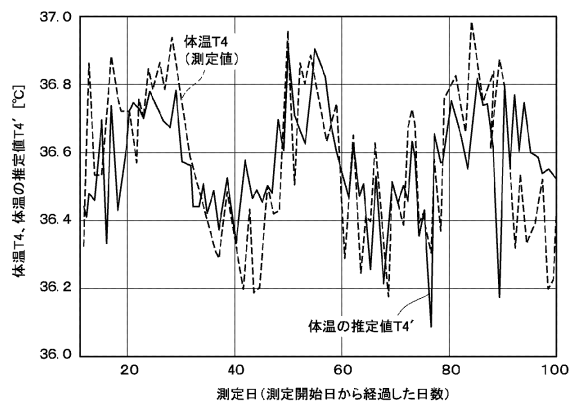
【図 7】



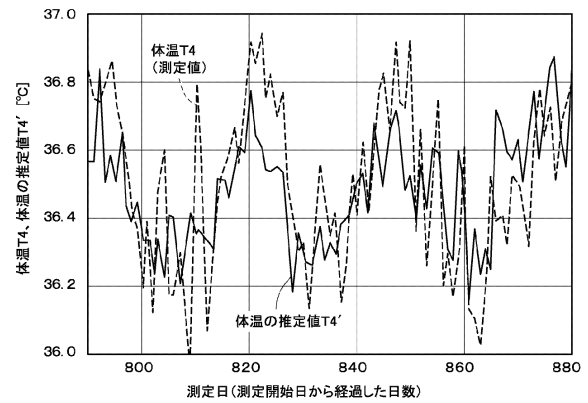
【図 8】



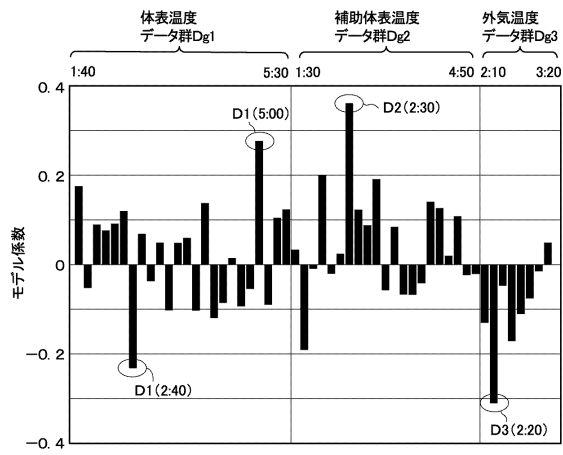
【図 9】



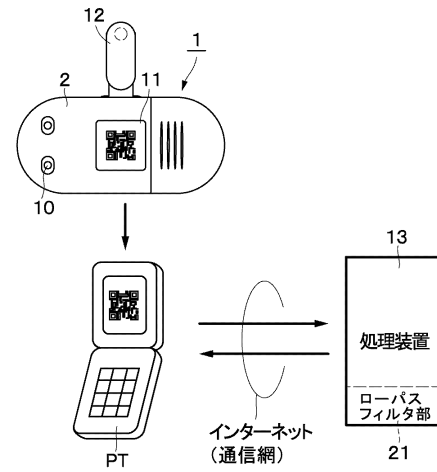
【図 10】



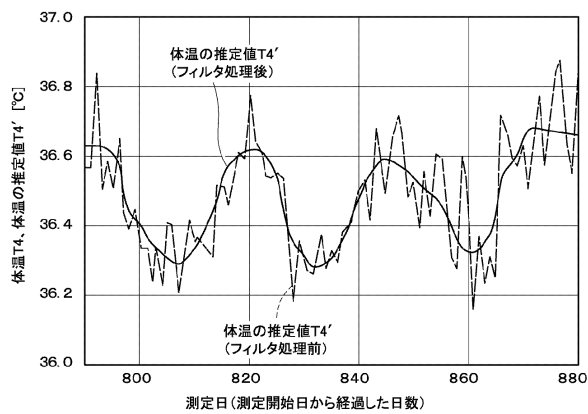
【図 1 1】



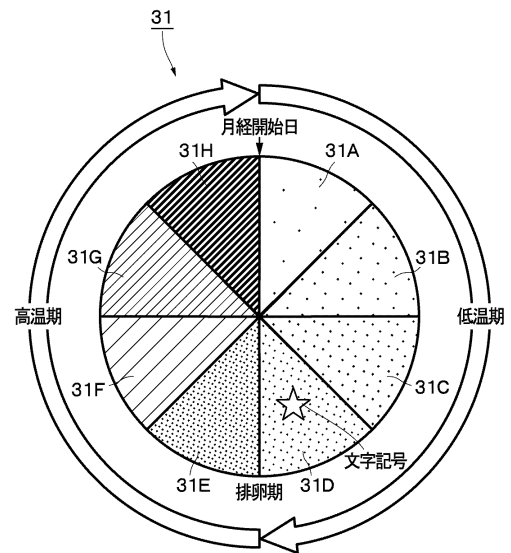
【図 1 2】



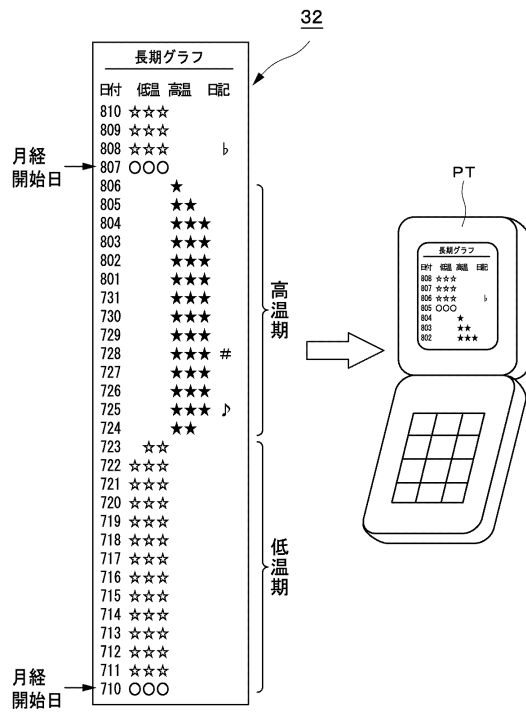
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 15】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-280762(JP,A)
特開2004-163391(JP,A)
特開2000-185046(JP,A)
実用新案登録第3117708(JP,Y2)
特開2000-230866(JP,A)
特開平03-055052(JP,A)
特開平02-206736(JP,A)
特開昭63-311941(JP,A)
特開昭61-159934(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B	10/00
A61B	5/00
G01K	7/42