明　細　書

発明の名称 ：

血糖値予測装置、測定装置、血糖値予測方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、ユーザの血糖値を予測するための、血糖値予測装置、及び血糖値予測方法に関し、更には、これらを利用した測定装置、これらを実現するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 一般に、糖尿病患者においては、血液中のグルコースの濃度が一定の基準を超えた状態となるため、のどの渇き、大量の尿の排泄、更には、意識障害、昏睡といった重大な症状が発生する。このため、糖尿病患者にとって、自身の血糖値を把握することは重要である。

[0003] 但し、人の血液中のグルコースの濃度、即ち、血糖値は、一日の間で変化する。具体的には、空腹時では、食事をとっていない時間が長い程、血糖値は低下するが、食事をとると、血糖値は上昇する。従って、正確な血糖値を把握するためには、一日の間に何度も血糖値を測定する必要がある。従って、多くの糖尿病患者は、携帯型の血糖値計で自己の血糖値を測定することによって、血糖値の管理を行なっている。

[0004] ところで、このように一日のうちに何度も血糖値測定を行なうことは、糖尿病患者にとって負担となる。また、血糖値測定が十分に行なわれていない場合は、医師において、インスリンの投与量を決定することが困難になる。

[0005] このため、糖尿病患者の負担の軽減とインスリンの投与量の決定の容易化とを図るため、例えば、特許文献１は、糖尿病患者の血糖値の変化を予測する方法を開示している。具体的には、特許文献１に開示された方法では、血糖値の経時的振る舞いがカオス現象であることに着目し、血糖値の測定時系

列データから局所ファジイ再構成法により現在の血糖値から、翌日以降の血糖値が予測される。

[0006] 特許文献１に開示された方法によれば、最初に血糖値の測定時系列データを取得するだけで、その後の血糖値を予測できるので、糖尿病患者の負担の軽減とインスリンの投与量の決定の容易化とが図られると考えられる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平１１－２９６５９８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、特許文献１に開示された方法では、最初の段階で、多数の実測値を用意する必要がある。また、精度を高めるためには、実測値の取得間隔をできるだけ短くする必要がある。これらの点から、特許文献１に開示された方法では、糖尿病患者の負担軽減の効果は小さいと考えられる。

[0009] 本発明の目的の一例は、上記問題を解消し、血糖値測定時にユーザにかかる負担を抑制しつつ、ユーザの血糖値を正確に予測し得る、血糖値予測装置、測定装置、血糖値予測方法、及びプログラムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 上記目的を達成するため、本発明における血糖値予測装置は、ユーザの血糖値を予測するための装置であって、

ユーザの空腹時の血糖値に基づいて、複数の、予め設定された血糖値の時系列変化のパターンの中から、１のパターンを選択する、パターン選択部と、

前記ユーザを対象として、測定日を変えて血糖値の光学的測定を実行することによって得られた複数の測定値を用いて、選択された前記パターンを補正する、補正処理部と、

を備えていることを特徴とする。

[0011] また、上記目的を達成するため、本発明における測定装置は、ユーザの血糖値を光学的測定によって測定する測定装置であって、

前記光学的測定を実行する測定部と、

光学的測定の実行によって得られる測定値を血糖値に換算するための検量線を、対応する血糖値の大きさ毎に格納する、検量線データベースと、

いずれかの前記検量線を選択し、選択した検量線に、光学的測定を実行することによって得られた測定値を適用することによって血糖値を算出する制御処理部と、

ユーザの空腹時の血糖値に基づいて、複数の、予め設定された血糖値の時系列変化のパターンの中から、１のパターンを選択し、前記ユーザを対象として、測定日を変えて前記光学的測定を実行することによって得られた複数の測定値を用いて、選択された前記パターンを補正することによって、ユーザの血糖値を予測する血糖値予測部と、

を備え、

前記制御処理部は、前記血糖値予測部によって、前記パターンの選択と補正とが実行された場合に、補正後の前記パターンを用いて血糖値を予測し、予測した血糖値に基づいて前記検量線を選択する、

ことを特徴とする。

[0012] 更に、上記目的を達成するため、本発明における血糖値予測方法は、ユーザの血糖値を予測するための方法であって、

（ａ）ユーザの空腹時の血糖値に基づいて、予め設定された複数の血糖値の時系列変化のパターンの中から、１のパターンを選択する、ステップと、

（ｂ）前記ユーザを対象として、測定日を変えて血糖値の光学的測定を実行することによって得られた複数の測定値を用いて、選択された前記パターンを補正する、ステップと、

を有することを特徴とする。

[0013] 上記目的を達成するため、本発明におけるコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、コンピュータによってユーザの血糖値を予測するためのプログラ

ムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記コンピュータに、

（ａ）ユーザの空腹時の血糖値に基づいて、予め設定された複数の血糖値の時系列変化のパターンの中から、１のパターンを選択する、ステップと、

（ｂ）前記ユーザを対象として、測定日を変えて、血糖値の光学的測定を実行することによって得られた複数の測定値を用いて、選択された前記時系列変化パターンを補正する、ステップと、

を実行させる、命令を含むプログラムを記録していることを特徴とする。

発明の効果

[0014] 以上のように本発明によれば、血糖値測定時にユーザにかかる負担を抑制しつつ、ユーザの血糖値を正確に予測することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図１は、本実施の形態における血糖値予測装置及び測定装置の構成を示すブロック図である。

[図2]図２は、一般的な血糖値の時系列変化パターンの例を示す図である。

[図3]図３は、本発明の実施の形態における血糖値予測装置による時系列パターンの選択処理と補正処理とを示すフロー図である。

[図4]図４は、本実施の形態において初期パターンが補正された例を示す図である。

[図5]図５は、本発明の実施の形態における血糖値予測装置による時系列パターンの再選択処理を示すフロー図である。

[図6]図６は、本発明の実施の形態における測定装置の動作を示すフロー図である。

発明を実施するための形態

[0016] （実施の形態）

以下、本発明の実施の形態における、血糖値予測装置、測定装置、血糖値予測方法、及びプログラムについて、図１～図６を参照しながら説明する。

[0017] ［装置構成］

最初に、本実施の形態における血糖値予測装置１０及び測定装置２０の構成について図１を用いて説明する。図１は、本実施の形態における血糖値予測装置及び測定装置の構成を示すブロック図である。

[0018] まず、本実施の形態における血糖値予測装置の構成について説明する。図１に示すように、血糖値予測装置１０は、パターン選択部１１と、補正処理部１２とを備えており、これらによってユーザ３０の血糖値を予測する。このうち、パターン選択部１１は、ユーザ３０の空腹時の血糖値（以下「空腹時血糖値」と表記する。）に基づいて、複数の、予め設定された血糖値の時系列変化のパターン（以下「時系列変化パターン」と表記する。）の中から、１つの時系列変化パターンを選択する。なお、以降においては、選択された時系列変化パターンを「初期パターン」と表記する。

[0019] 補正処理部１２は、まず、ユーザ３０を対象として、測定日を変えて血糖値の光学的測定を実行することによって得られる、複数の測定値を取得する。そして、補正処理部１２は、取得した複数の測定値を用いて、初期パターンを補正する。

[0020] このように、血糖値予測装置１０では、ユーザ３０の空腹時の血糖値から、ユーザ３０の血糖値の時系列変化に最も近いと考えられる時系列変化パターンが選択される。そして、この選択された時系列変化パターン（初期パターン）は、実際の測定値を用いて補正されるので、ユーザ３０の実際の状態に沿ったものとなる。また、ユーザ３０は、空腹時の血糖値を入力し、そして、測定日を変えて、何度か血糖値の光学測定を行なうだけで良い。つまり、血糖値予測装置１０によれば、ユーザ３０の負担を抑制しつつ、ユーザ３０の血糖値を正確に予測することが可能となる。

[0021] ここで、血糖値予測装置１０の構成について更に図２を用いて具体的に説明する。まず、本実施の形態では、図１に示すように、血糖値予測装置１０は、測定装置２０の一部であり、血糖値予測部として機能する。測定装置２０は、後述するように、ユーザの血糖値を光学的に測定する装置である。

[0022] 本実施の形態では、血糖値予測装置１０は、上述したパターン選択部１１

及び補正処理部１２に加えて、複数の時系列パターンを格納するパターンデータベース１３と、設定条件判定部１４とを備えている。更に、血糖値予測装置１０は、後述する操作受付部２３を介して、ユーザからの入力操作を受け取ることができる。

[0023] パターン選択部１１は、本実施の形態では、後述する操作受付部２３を介して、ユーザが入力した空腹時血糖値を受け取り、受け取った空腹時血糖値に基づいて、パターンデータベース１３に格納されている時系列パターンの中から、ユーザに適した１つの時系列パターンを選択する。

[0024] また、本実施の形態では、「空腹時血糖値」は、直近の喫食から２時間以上が経過した状態でユーザから採血された血液の血糖値であるのが好ましい。具体的には、「空腹時血糖値」としては、健康診断時に採血された血液の血糖値が挙げられる。

[0025] また、本実施の形態では、時系列パターンとしては、ユーザの空腹時を基準時とした時間帯毎に設定された関数の集合が挙げられ、各関数は、基準時からの経過時間と血糖値との関係を特定する。時系列パターンの具体例を下記に示す。下記の式（１）～（１６）は、１つの時系列パターンを構成する関数である。

[0026]
$$\lambda = a_1 t + b_1 \quad (0 < t \leqq 1) \quad (1)$$
$$\lambda = a_2 t + b_2 \quad (1 < t \leqq 2) \quad (2)$$
$$\lambda = a_3 t + b_3 \quad (2 < t \leqq 3) \quad (3)$$
$$\lambda = a_4 t + b_4 \quad (3 < t \leqq 4) \quad (4)$$
$$\lambda = a_5 t + b_5 \quad (4 < t \leqq 5) \quad (5)$$
$$\lambda = a_6 t + b_6 \quad (5 < t \leqq 6) \quad (6)$$
$$\lambda = a_7 t + b_7 \quad (6 < t \leqq 7) \quad (7)$$
$$\lambda = a_8 t + b_8 \quad (7 < t \leqq 8) \quad (8)$$
$$\lambda = a_9 t + b_9 \quad (8 < t \leqq 9) \quad (9)$$
$$\lambda = a_{10} t + b_{10} \quad (9 < t \leqq 10) \quad (10)$$
$$\lambda = a_{11} t + b_{11} \quad (10 < t \leqq 11) \quad (11)$$

$$\lambda = a_{12}t + b_{12} \quad (11 < t \leqq 12) \quad (12)$$

$$\lambda = a_{13}t + b_{13} \quad (12 < t \leqq 13) \quad (13)$$

$$\lambda = a_{14}t + b_{14} \quad (13 < t \leqq 14) \quad (14)$$

$$\lambda = a_{15}t + b_{15} \quad (14 < t \leqq 15) \quad (15)$$

$$\lambda = a_{16}t + b_{16} \quad (15 < t \leqq 16) \quad (16)$$

[0027] 上記の式（１）～（１６）に示すように、時系列パターンは、１時間毎に設定された複数の１次関数で構成されている。各１次関数において、λは、血糖値を示し、a_1～a_{16}及びb_1～b_{16}は任意の変数を示している。また、ｔは、ユーザの空腹時（基準時：ｔ＝０）からの経過時間（ｈｏｕｒ）を示している。なお、「空腹時血糖値」が、健康診断等において、ユーザが空腹状態であるときに採血された血液から測定されているのであれば、「空腹時（基準時）」とは、具体的には、採血時を意味する。

[0028] また、本実施の形態では、時系列パターン選択の正確性を高めるため、パターン選択部１１は、ユーザの空腹時の血糖値に加え、喫食後の血糖値も用いて、時系列パターンを選択するのが好ましい。ここで、図２を用いて、時系列パターンの選択基準について説明する。

[0029] 図２は、一般的な血糖値の時系列変化パターンの例を示す図である。図２において、グラフＡ～Ｅは、それぞれ、時系列変化パターンの一例を示している。なお、図２においては、基準時から６時間後までのみが図示されている。

[0030] 具体的には、図２において、グラフＡは、空腹時血糖値が１２０ｍｇ／ｄｌ以上となる時系列変化パターンを示している。ユーザが糖尿病患者である場合に、時系列変化パターンはグラフＡと同一又は類似となる。

[0031] グラフＢ、Ｃは、空腹時血糖値は１２０ｍｇ／ｄｌ未満であるが、血糖値が、喫食後１時間で急激に上昇し、２時間経過後でも１４０ｍｇ／ｄｌ以上となる時系列変化パターンを示している。ユーザが、糖尿病予備軍である食後高血糖の場合に、時系列変化パターンはグラフＢ及びＣのいずれかと同一又は類似となる。

[0032] グラフＤは、空腹時血糖値は１２０ｍｇ／ｄｌ未満であり、喫食後１時間での血糖値の急激な上昇も発生していないが、血糖値が、２時間経過後に１４０ｍｇ／ｄｌ以上となる時系列変化パターンを示している。ユーザが、糖尿病患者であり、既に服薬中の場合に、時系列変化パターンはグラフＤと同一又は類似となる。

[0033] グラフＥは、空腹時血糖値は１２０ｍｇ／ｄｌ未満であり、血糖値は、喫食後１時間から２時間で上昇するが、１４０ｍｇ／ｄｌ未満となる時系列変化パターンを示している。ユーザが、健常者である場合に、時系列変化パターンは、グラフＥと同一又は類似となる。

[0034] 従って、図２から分かるように、空腹時血糖値に加えて、喫食後（例えば、喫食後２時間経過時点）の血糖値を用いれば、パターン選択部１１は、グラフＡ～Ｅの５種類の時系列パターンの中から、ユーザにより適した時系列変化パターンを確実に選択することができる。また、本実施の形態においては、喫食後の血糖値の測定方式は、特に限定されず、喫食後の血糖値は、測定部２２によって測定されていても良い。

[0035] また、補正処理部１２は、本実施の形態では、まず、測定値データベース２５にアクセスして、測定部２２による各光学的測定で得られた測定値とその測定日時とを抽出する。更に、補正処理部１２は、抽出した各測定日時の測定時間を、基準時からの経過時間ｔに換算する。

[0036] 続いて、補正処理部１２は、各測定値に最小二乗法を適用することによって、初期パターンを補正する。具体的には、補正処理部１２は、経過時間ｔが同一となる測定値毎に、各測定値と、初期パターンの各１次関数に換算後の経過時間ｔを適用して算出される値（血糖値λ）との残差の２乗根を求め、更に、各２乗根を合計したときに、合計値が最小となるように、初期パターンの各１次関数を補正する。

[0037] この結果、初期パターンの各１次関数は、ユーザ３０の実際の状態をより正確に表わすものとなる。また、補正処理部１２は、補正後の時系列パターンを測定値データベース２５に格納する。

[0038] また、設定条件判定部１４は、パターン選択部１１による時系列パターンの選択から設定期間が経過した後に、測定値が、設定条件を満たしているかどうかを判定する。具体的には、設定期間としては、糖尿病となった場合に血糖値に変化が表れると考えられる期間、例えば、２ヶ月程度が挙げられる。

[0039] 更に、設定条件としては、設定期間内に測定値データベース２５に蓄積されたデータの個数が十分（例えば、２０個以上）であること、補正前の時系列変化パターンと測定値との間の誤差が一定の範囲内（例えば、±１０％以内）に収まっていること、等が挙げられる。なお、設定条件は、上述の条件に限定されず、時系列変化パターンの選択を再度行なう必要がある程度にユーザの状態が変化したことを特定できる条件であれば良い。

[0040] また、設定条件判定部１４によって、測定値が設定条件を満たしていないと判定された場合は、パターン選択部１１によって時系列パターンの選択が再度実行され、補正処理部１２によって、新たに選択された時系列パターンの補正が行なわれる。このように、設定条件判定部１４による判定処理が行なわれれば、ユーザの健康状態が変化した場合であっても、柔軟に対応することが可能となる。

[0041] 続いて、測定装置２０の構成について説明する。図１に示すように、測定装置２０は、血糖値予測装置１０に加えて、制御処理部２１と、測定部２２と、ユーザ３０からの入力操作受け付ける操作受付部２３と、検量線データベース２４と、測定値データベース２５と、液晶パネル等の表示装置２６と、を備えている。

[0042] 測定部２２は、光学的測定を実行する。具体的には図示していないが、測定部２２は、設定波長の光を出射する光源、ユーザ３０の一部（指等）で反射された光を受光する受光素子、光学的フィルタ、レンズ等の光学部品を備えている。なお、測定部２２の構成は特に限定されず、測定部２２は既存の部品等によって構成できる。

[0043] また、測定部２２は、本実施の形態では、制御処理部２１からの指示によ

り、光学測定を実行し、光学測定の実行によって得られたデータ、具体的には、受光素子で受光された光の強度を特定するデータ（受光素子の出力信号）を、制御処理部２１に出力する。

[0044] 検量線データベース２４は、光学的測定の実行によって得られる測定値を血糖値に換算するための検量線を格納している。検量線は、予め用意された試料に対して光学測定と血糖値測定とを実行し、得られた吸光度と血糖値との関係を求めることによって作成されている。また、最適な検量線は、血糖値の大きさによって異なるので、血糖値の値に応じて複数の検量線が作成される。つまり、ターゲットとする血糖値の範囲が異なる複数の検量線が作成され、これらが検量線データベース２４に格納される。なお、検量線の作成のための血糖値測定は、光学測定以外の測定方式によって行なわれる。

[0045] 制御処理部２１は、ユーザ３０による測定開始の操作が操作受付部２３によって受け付けられると、測定部２２に、光学的測定の実行を指示する。そして、制御処理部２１は、測定部２２から出力されてきたデータを受け取ると、これに基づいて吸光度を算出する。更に、制御処理部２１は、検量線データベース２４から検量線を取得し、取得した検量線に、算出した吸光度を当てはめ、血糖値（測定値）を算出する。更に、制御処理部２１は、得られた血糖値（測定値）を、測定時の日時に紐付けて、測定値データベース２５に格納する。

[0046] また、制御処理部２１は、測定値データベース２５から、測定値と測定日時とを取得し、これらを表示装置２６に表示させることができる。更に、本実施の形態では、測定値データベース２５に格納されている測定値と測定日時とが、補正処理部１２による補正処理で用いられる。

[0047] また、本実施の形態では、血糖値予測装置１０によって時系列パターンの選択及び補正が実行された場合、測定装置２０の制御処理部２１は、時系列変化パターンを利用して血糖値を予測し、予測した血糖値に基づいて、最適な検量線を選択する。

[0048] 具体的には、制御処理部２１は、まず、測定値データベース２５に格納さ

れている補正後の時系列パターンを取得し、その中から、測定時の時刻に対応する１次関数を選択し、選択した１次関数を用いて血糖値を算出する。次に、制御処理部２１は、検量線データベース２４に格納されている検量線の中から、算出された血糖値に対応する検量線を特定し、これを取得する。このように、本実施の形態によれば、最適な検量線を簡単に特定できるので、測定装置２０の測定精度の向上も図られる。

[0049] ［装置動作］

次に、本実施の形態における血糖値予測装置１０の動作について図３～図６を用いて説明する。また、以下の説明においては、適宜図１及び図２を参酌する。更に、本実施の形態では、血糖値予測装置１０を動作させることによって、血糖値予測方法が実施される。よって、本実施の形態における血糖値予測方法の説明は、以下の血糖値予測装置の動作説明に代える。

[0050] ［時系列パターンの選択及び補正］

最初に、図３を用いて、血糖値予測装置１０による時系列パターンの選択と補正とについて説明する。図３は、本発明の実施の形態における血糖値予測装置による時系列パターンの選択処理と補正処理とを示すフロー図である。

[0051] 図３に示すように、最初に、血糖値予測装置１０において、パターン選択部１１は、操作受付部２３を介して、必要データ、具体的には、空腹時血糖値及び喫食後の血糖値が入力されているかどうかを判定する（ステップＡ１）。

[0052] ステップＡ１の判定の結果、必要データが入力されていない場合は、パターン選択部１１は待機状態となる。一方、ステップＡ１の判定の結果、必要データが入力されている場合は、パターン選択部１１は、パターンデータベース１３にアクセスし、空腹時血糖値と喫食後の血糖値とに基づいて、ユーザ３０に適した１つの時系列パターンを選択する（ステップＡ２）。

[0053] 次に、ステップＡ２が実行されると、補正処理部１２は、測定値データベース２５にアクセスし、測定部２２による各光学的測定で得られた測定値と

その測定日時とを抽出する（ステップＡ３）。また、ステップＡ３では、補正処理部１２による測定値と測定日時との抽出に対して、条件が設定されていても良い。

[0054] 具体的には、条件としては、最も古い測定日時から最新の測定日時までの期間が、糖尿病となった場合に血糖値に変化が表れると考えられる期間、例えば、２ヶ月程度であること、抽出できたデータの個数が十分（例えば、２０個以上）であること、等が挙げられる。

[0055] 次に、補正処理部１２は、抽出した測定日時毎に、その測定時間を基準時からの経過時間ｔに換算する（ステップＡ４）。続いて、補正処理部１２は、各測定値に最小二乗法を適用することによって、初期パターンを補正する（ステップＡ５）。具体的には、補正処理部１２は、経過時間ｔが同一の測定値毎に、各測定値と、初期パターンの各１次関数に経過時間ｔを適用して算出される値との残差の２乗根を求め、そして、各２乗根を合計したときに、合計値が最小となるように、各１次関数の傾きと切片とを補正する。

[0056] その後、補正処理部１２は、補正後の各１次関数を測定値データベース２５に格納する（ステップＡ６）。ステップＡ６が実行されると、血糖値予測装置１０における処理は一旦終了する。その後、測定値データベース２５に格納された補正後の初期パターン（１次関数）は、制御処理部２１による検量線の選択に利用される。

[0057] 以上のように、ステップＡ１～Ａ６が実行されると、ユーザ３０の血糖値の時系列変化に最も近い時系列変化パターンが選択され、更に、この初期パターンは、実際の測定値によって補正される。従って、ユーザ３０の実際の状態に沿った時系列変化パターンが簡単に得られるので、ユーザ３０の負担を抑制しつつ、ユーザ３０の血糖値を正確に予測することが可能となる。

[0058] ここで、図４を用いて、初期パターンの補正の具体例について説明する。図４は、本実施の形態において初期パターンが補正された例を示す図である。図４に示すように、実線で示された初期パターンが選択されている場合において、丸印で示す測定結果が得られたとすると、補正後の初期パターンは

破線で示すパターンとなる。

[0059] ［時系列パターンの再選択］

続いて、図５を用いて、血糖値予測装置１０による時系列パターンの再選択について説明する。図５は、本発明の実施の形態における血糖値予測装置による時系列パターンの再選択処理を示すフロー図である。

[0060] 図５に示すように、最初に、血糖値予測装置１０において、設定条件判定部１４は、パターン選択部１１による時系列パターンの選択から設定期間が経過しているかどうかを判定する（ステップＢ１）。

[0061] ステップＢ１の判定の結果、設定期間が経過していない場合は、設定条件判定部１４は待機状態となる。一方、ステップＢ１の判定の結果、設定期間が経過している場合は、設定条件判定部１４は、設定期間内に測定値データベース２５に蓄積されたデータの個数が設定値（例えば、２０個）以上であるかどうかを判定する（ステップＢ２）。

[0062] ステップＢ２の判定の結果、データの個数が設定値未満である場合は、ステップＢ４が実行される。一方、ステップＢ２の判定の結果、データの個数が設定値以上である場合は、設定条件判定部１４は、補正前の初期パターンと測定値との間の誤差が設定範囲（例えば、±１０％）内に収まっているかどうかを判定する（ステップＢ３）。

[0063] ステップＢ３の判定の結果、補正前の初期パターンと測定値との間の誤差が設定範囲内に収まっていない場合は、ステップＢ４が実行される。一方、ステップＢ３の判定の結果、補正前の初期パターンと測定値との間の誤差が設定範囲内に収まっている場合は、設定条件判定部１４は、処理を終了する。

[0064] ステップＢ４では、パターン選択部１１が、操作受付部２３を介して、空腹時血糖値及び喫食後の血糖値が新たに入力されているかどうかを判定する。ステップＢ４の結果、空腹時血糖値及び喫食後の血糖値が新たに入力されていない場合は、ステップＢ６が実行される。

[0065] 一方、ステップＢ４の結果、空腹時血糖値及び喫食後の血糖値が新たに入

力されている場合は、パターン選択部１１は、新たに入力された血糖値に基づいて、ユーザ３０に適した時系列パターンを再度選択する（ステップＢ５）。

[0066] ステップＢ４で血糖値が新たに入力されていない場合、及びステップＢ５が実行された場合は、補正処理部１２が、ステップＢ６～Ｂ９を実行する。この結果、初期パターン又は再選択された初期パターンは、ユーザ３０により適したものとなる。なお、ステップＢ６～Ｂ９は、それぞれ、図３に示したステップＡ３～Ａ６に対応している。

[0067] 以上のように、ステップＢ１～Ｂ９が実行されると、ユーザ３０の健康状態が変化した場合にも柔軟に対応することができる。このため、ユーザ３０が、健常者から糖尿病患者となってしまった場合でも、ユーザ３０の血糖値を予測することが可能となる。

[0068] ［光学的測定］

また、ここで、本実施の形態における測定装置２０の動作について図６を用いて説明する。図６は、本発明の実施の形態における測定装置の動作を示すフロー図である。

[0069] 図６に示すように、測定装置２０において、制御処理部２１は、まず、ユーザ３０による測定開始の操作が操作受付部２３によって受け付けられているかどうかを判定する（ステップＣ１）。

[0070] ステップＣ１の判定の結果、測定開始の操作が受け付けられていない場合は、制御処理部２１は待機状態となる。一方、ステップＣ１の判定の結果、測定開始の操作が受け付けられている場合は、制御処理部２１は、現在の時刻を、基準時からの経過時間ｔに換算する（ステップＣ２）。

[0071] 次に、制御処理部２１は、測定値データベース２５から、補正済みの時系列変化パターンを取得し、これに、算出した経過時間ｔを算入して血糖値を算出する（ステップＣ３）。続いて、制御処理部２１は、検量線データベース２４にアクセスし、ステップＣ３で算出した血糖値を用いて、最適な検量線を選択し、これを取得する（ステップＣ４）。

[0072] 次に、制御処理部２１は、測定部２２に、光学的測定の実行を指示する（ステップＣ５）。これにより、測定部２２は、ユーザ３０の一部に光を照射し、更に、ユーザ３０で反射された反射光を受光し、受光した反射光の強度を特定するデータを、制御処理部２１に出力する。

[0073] 次に、制御処理部２１は、ステップＣ５の光学測定の結果から吸光度を算出し、これをステップＣ４で選択された検量線に当てはめて、血糖値を算出する（ステップＣ６）。その後、制御処理部２１は、ステップＣ６で算出した血糖値を、測定時の日時に紐付けて、測定値データベース２５に格納すると共に、測定値と測定日時とを表示装置２６に表示させる（ステップＣ７）。

[0074] 以上のように、ステップＣ１～Ｃ７が実行されると、最適な検量線を簡単に選択できるので、測定装置２０の測定精度の向上が図られる。

[0075] ［プログラム］

本実施の形態におけるプログラムは、コンピュータに、図３に示すステップＡ１～Ａ６、図５に示すステップＢ１～Ｂ９を実行させるプログラムであれば良い。また、本実施の形態において、コンピュータとしては、測定装置等の機器に搭載されているコンピュータ、更には汎用のパーソナルコンピュータが挙げられる。

[0076] このようなプログラムをコンピュータにインストールし、実行することによって、本実施の形態における血糖値予測装置と血糖値予測方法とを実現することができる。この場合、コンピュータのＣＰＵ（Central Processing Unit）は、パターン選択部１１、補正処理部１２、及び設定条件判定部１４として機能し、処理を行なう。

[0077] また、本実施の形態におけるプログラムは、コンピュータに、図６に示すステップＣ１～Ｃ７を実行させるプログラムであっても良い。この場合は、本実施の形態における測定装置を実現することができ、コンピュータのＣＰＵ（Central Processing Unit）は、制御処理部２１として機能し、処理を行なう。

[0078] なお、本実施の形態におけるプログラムは、インターネット上で流通するものであっても良いし、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納された状態で提供されるものであっても良い。記録媒体の具体例としては、ＣＦ（Compact Flash（登録商標））及びＳＤ（Secure Digital）等の汎用的な半導体記憶デバイス、フレキシブルディスク（Flexible Disk）等の磁気記憶媒体、又はＣＤ－ＲＯＭ（Compact Disk Read Only Memory）などの光学記憶媒体が挙げられる。

[0079] 以上、実施の形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施の形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

[0080] この出願は、２０１２年１２月４日に出願された日本出願特願２０１２－２６５２８３を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

[0081] 上述した実施の形態の一部又は全部は、以下に記載する（付記１）～（付記１３）によって表現することができるが、以下の記載に限定されるものではない。

[0082]（付記１）

ユーザの血糖値を予測するための装置であって、

ユーザの空腹時の血糖値に基づいて、複数の、予め設定された血糖値の時系列変化のパターンの中から、１のパターンを選択する、パターン選択部と、

前記ユーザを対象として、測定日を変えて血糖値の光学的測定を実行することによって得られた複数の測定値を用いて、選択された前記パターンを補正する、補正処理部と、

を備えていることを特徴とする血糖値予測装置。

[0083]（付記２）

前記パターン選択部が、前記ユーザの空腹時の血糖値に加え、喫食後の血糖値も用いて、前記パターンを選択する、

付記１に記載の血糖値予測装置。

[0084]（付記３）

複数の前記パターンそれぞれが、前記ユーザの空腹時を基準時とした時間帯毎に設定され、且つ、前記基準時からの経過時間と血糖値との関係を特定する、関数の集合を含み、

前記補正処理部が、前記光学的測定の測定時間を前記基準時からの経過時間に換算し、前記複数の測定値それぞれ毎に、当該測定値と、選択された前記パターンの前記関数に換算後の前記経過時間を適用して算出される値との残差の２乗根を求め、更に、各２乗根を合計したときに、合計値が最小となるように、選択された前記時系列変化パターンの前記関数それぞれを補正する、

付記１に記載の血糖値予測装置。

[0085]（付記４）

前記パターンの選択から設定期間が経過した後に、前記ユーザの血液を対象とした血糖値の光学測定によって得られた測定値が、設定条件を満たしているかどうかを判定する、設定条件判定部を更に備え、

前記設定条件判定部によって、得られた前記測定値が前記設定条件を満たしていないと判定された場合に、前記パターン選択部が、前記パターンの選択を再度実行し、前記補正処理部が、新たに選択された前記パターンを補正する、

付記１に記載の血糖値予測装置。

[0086]（付記５）

ユーザの血糖値を光学的測定によって測定する測定装置であって、

前記光学的測定を実行する測定部と、

光学的測定の実行によって得られる測定値を血糖値に換算するための検量線を、対応する血糖値の大きさ毎に格納する、検量線データベースと、

いずれかの前記検量線を選択し、選択した検量線に、光学的測定を実行することによって得られた測定値を適用することによって血糖値を算出する制

御処理部と、

ユーザの空腹時の血糖値に基づいて、複数の、予め設定された血糖値の時系列変化のパターンの中から、１のパターンを選択し、前記ユーザを対象として、測定日を変えて前記光学的測定を実行することによって得られた複数の測定値を用いて、選択された前記パターンを補正することによって、ユーザの血糖値を予測する血糖値予測部と、

を備え、

前記制御処理部は、前記血糖値予測部によって、前記パターンの選択と補正とが実行された場合に、補正後の前記パターンを用いて血糖値を予測し、予測した血糖値に基づいて前記検量線を選択する、

ことを特徴とする測定装置。

[0087]（付記６）

ユーザの血糖値を予測するための方法であって、

（ａ）ユーザの空腹時の血糖値に基づいて、予め設定された複数の血糖値の時系列変化のパターンの中から、１のパターンを選択する、ステップと、

（ｂ）前記ユーザを対象として、測定日を変えて血糖値の光学的測定を実行することによって得られた複数の測定値を用いて、選択された前記パターンを補正する、ステップと、

を有することを特徴とする血糖値予測方法。

[0088]（付記７）

前記（ａ）のステップにおいて、前記ユーザの空腹時の血糖値に加え、喫食後の血糖値も用いて、前記パターンを選択する、

付記６に記載の血糖値予測方法。

[0089]（付記８）

複数の前記パターンそれぞれが、前記ユーザの空腹時を基準時とした時間帯毎に設定され、且つ、前記基準時からの経過時間と血糖値との関係を特定する、関数の集合を含み、

前記（ｂ）のステップにおいて、前記光学的測定の測定時間を前記基準時

からの経過時間に換算し、前記複数の測定値それぞれ毎に、当該測定値と、選択された前記パターンの前記関数に換算後の前記経過時間を適用して算出される値との残差の２乗根を求め、更に、各２乗根を合計したときに、合計値が最小となるように、選択された前記時系列変化パターンの前記関数それぞれを補正する、

付記６に記載の血糖値予測方法。

[0090]（付記９）

（ｃ）前記パターンの選択から設定期間が経過した後に、前記ユーザの血液を対象とした血糖値の光学測定によって得られた測定値が、設定条件を満たしているかどうかを判定する、ステップを更に有し、

前記（ｃ）のステップにおいて、得られた前記測定値が前記設定条件を満たしていないと判定された場合に、前記（ａ）のステップと前記（ｂ）のステップとが再度実行される、

付記６に記載の血糖値予測方法。

[0091]（付記１０）

コンピュータによってユーザの血糖値を予測するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記コンピュータに、

（ａ）ユーザの空腹時の血糖値に基づいて、予め設定された複数の血糖値の時系列変化のパターンの中から、１のパターンを選択する、ステップと、

（ｂ）前記ユーザを対象として、測定日を変えて、血糖値の光学的測定を実行することによって得られた複数の測定値を用いて、選択された前記時系列変化パターンを補正する、ステップと、

を実行させる、命令を含むプログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0092]（付記１１）

前記（ａ）のステップにおいて、前記ユーザの空腹時の血糖値に加え、喫食後の血糖値も用いて、前記パターンを選択する、

付記１０に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0093] （付記１２）

複数の前記パターンそれぞれが、前記ユーザの空腹時を基準時とした時間帯毎に設定され、且つ、前記基準時からの経過時間と血糖値との関係を特定する、関数の集合を含み、

前記（ｂ）のステップにおいて、前記光学的測定の測定時間を前記基準時からの経過時間に換算し、前記複数の測定値それぞれ毎に、当該測定値と、選択された前記パターンの前記関数に換算後の前記経過時間を適用して算出される値との残差の２乗根を求め、更に、各２乗根を合計したときに、合計値が最小となるように、選択された前記時系列変化パターンの前記関数それぞれを補正する、

付記１０に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0094] （付記１３）

前記プログラムが、前記コンピュータに、

（ｃ）前記パターンの選択から設定期間が経過した後に、前記ユーザの血液を対象とした血糖値の光学測定によって得られた測定値が、設定条件を満たしているかどうかを判定する、ステップを実行させる命令を更に含み、

前記（ｃ）のステップにおいて、得られた前記測定値が前記設定条件を満たしていないと判定された場合に、前記（ａ）のステップと前記（ｂ）のステップとが再度実行される、

付記１０に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

産業上の利用可能性

[0095] 本発明によれば、血糖値測定時にユーザにかかる負担を抑制しつつ、ユーザの血糖値を正確に予測することができる。本発明は、血糖値の測定装置、医療システムに有用である。

符号の説明

[0096] １０ 血糖値予測装置

１１ パターン選択部

１２　補正処理部

１３　パターンデータベース

１４　設定条件判定部

２０　測定装置

２１　制御処理部

２２　測定部

２３　操作受付部

２４　検量線データベース

２５　測定値データベース

２６　表示装置

３０　ユーザ

請求の範囲

［請求項1］ ユーザの血糖値を予測するための装置であって、

ユーザの空腹時の血糖値に基づいて、複数の、予め設定された血糖値の時系列変化のパターンの中から、１のパターンを選択する、パターン選択部と、

前記ユーザを対象として、測定日を変えて血糖値の光学的測定を実行することによって得られた複数の測定値を用いて、選択された前記パターンを補正する、補正処理部と、

を備えていることを特徴とする血糖値予測装置。

［請求項2］ 前記パターン選択部が、前記ユーザの空腹時の血糖値に加え、喫食後の血糖値も用いて、前記パターンを選択する、

請求項１に記載の血糖値予測装置。

［請求項3］ 複数の前記パターンそれぞれが、前記ユーザの空腹時を基準時とした時間帯毎に設定され、且つ、前記基準時からの経過時間と血糖値との関係を特定する、関数の集合を含み、

前記補正処理部が、前記光学的測定の測定時間を前記基準時からの経過時間に換算し、前記複数の測定値それぞれ毎に、当該測定値と、選択された前記パターンの前記関数に換算後の前記経過時間を適用して算出される値との残差の２乗根を求め、更に、各２乗根を合計したときに、合計値が最小となるように、選択された前記時系列変化パターンの前記関数それぞれを補正する、

請求項１または２に記載の血糖値予測装置。

［請求項4］ 前記パターンの選択から設定期間が経過した後に、前記ユーザの血液を対象とした血糖値の光学測定によって得られた測定値が、設定条件を満たしているかどうかを判定する、設定条件判定部を更に備え、

前記設定条件判定部によって、得られた前記測定値が前記設定条件を満たしていないと判定された場合に、前記パターン選択部が、前記パターンの選択を再度実行し、前記補正処理部が、新たに選択された

前記パターンを補正する、

請求項１～３のいずれかに記載の血糖値予測装置。

［請求項5］ ユーザの血糖値を光学的測定によって測定する測定装置であって、

前記光学的測定を実行する測定部と、

光学的測定の実行によって得られる測定値を血糖値に換算するための検量線を、対応する血糖値の大きさ毎に格納する、検量線データベースと、

いずれかの前記検量線を選択し、選択した検量線に、光学的測定を実行することによって得られた測定値を適用することによって血糖値を算出する制御処理部と、

ユーザの空腹時の血糖値に基づいて、複数の、予め設定された血糖値の時系列変化のパターンの中から、１のパターンを選択し、前記ユーザを対象として、測定日を変えて前記光学的測定を実行することによって得られた複数の測定値を用いて、選択された前記パターンを補正することによって、ユーザの血糖値を予測する血糖値予測部と、

を備え、

前記制御処理部は、前記血糖値予測部によって、前記パターンの選択と補正とが実行された場合に、補正後の前記パターンを用いて血糖値を予測し、予測した血糖値に基づいて前記検量線を選択する、

ことを特徴とする測定装置。

［請求項6］ ユーザの血糖値を予測するための方法であって、

（ａ）ユーザの空腹時の血糖値に基づいて、予め設定された複数の血糖値の時系列変化のパターンの中から、１のパターンを選択する、ステップと、

（ｂ）前記ユーザを対象として、測定日を変えて血糖値の光学的測定を実行することによって得られた複数の測定値を用いて、選択された前記パターンを補正する、ステップと、

を有することを特徴とする血糖値予測方法。

[請求項7] 前記（ａ）のステップにおいて、前記ユーザの空腹時の血糖値に加え、喫食後の血糖値も用いて、前記パターンを選択する、
請求項６に記載の血糖値予測方法。

[請求項8] 複数の前記パターンそれぞれが、前記ユーザの空腹時を基準時とした時間帯毎に設定され、且つ、前記基準時からの経過時間と血糖値との関係を特定する、関数の集合を含み、
前記（ｂ）のステップにおいて、前記光学的測定の測定時間を前記基準時からの経過時間に換算し、前記複数の測定値それぞれ毎に、当該測定値と、選択された前記パターンの前記関数に換算後の前記経過時間を適用して算出される値との残差の２乗根を求め、更に、各２乗根を合計したときに、合計値が最小となるように、選択された前記時系列変化パターンの前記関数それぞれを補正する、
請求項６または７に記載の血糖値予測方法。

[請求項9] （ｃ）前記パターンの選択から設定期間が経過した後に、前記ユーザの血液を対象とした血糖値の光学測定によって得られた測定値が、設定条件を満たしているかどうかを判定する、ステップを更に有し、
前記（ｃ）のステップにおいて、得られた前記測定値が前記設定条件を満たしていないと判定された場合に、前記（ａ）のステップと前記（ｂ）のステップとが再度実行される、
請求項６～８のいずれかに記載の血糖値予測方法。

[請求項10] コンピュータによってユーザの血糖値を予測するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、
前記コンピュータに、
（ａ）ユーザの空腹時の血糖値に基づいて、予め設定された複数の血糖値の時系列変化のパターンの中から、１のパターンを選択する、ステップと、
（ｂ）前記ユーザを対象として、測定日を変えて、血糖値の光学的測定を実行することによって得られた複数の測定値を用いて、選択され

た前記時系列変化パターンを補正する、ステップと、

を実行させる、命令を含むプログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項11] 前記（ａ）のステップにおいて、前記ユーザの空腹時の血糖値に加え、喫食後の血糖値も用いて、前記パターンを選択する、

請求項１０に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項12] 複数の前記パターンそれぞれが、前記ユーザの空腹時を基準時とした時間帯毎に設定され、且つ、前記基準時からの経過時間と血糖値との関係を特定する、関数の集合を含み、

前記（ｂ）のステップにおいて、前記光学的測定の測定時間を前記基準時からの経過時間に換算し、前記複数の測定値それぞれ毎に、当該測定値と、選択された前記パターンの前記関数に換算後の前記経過時間を適用して算出される値との残差の２乗根を求め、更に、各２乗根を合計したときに、合計値が最小となるように、選択された前記時系列変化パターンの前記関数それぞれを補正する、

請求項１０または１１に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項13] 前記プログラムが、前記コンピュータに、

（ｃ）前記パターンの選択から設定期間が経過した後に、前記ユーザの血液を対象とした血糖値の光学測定によって得られた測定値が、設定条件を満たしているかどうかを判定する、ステップを実行させる命令を更に含み、

前記（ｃ）のステップにおいて、得られた前記測定値が前記設定条件を満たしていないと判定された場合に、前記（ａ）のステップと前記（ｂ）のステップとが再度実行される、

請求項１０～１２のいずれかに記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。