

血糖浓度分析方法、装置、电子设备和存储介质

本申请要求于 2023 年 4 月 28 日提交中国专利局、申请号为 202310483892.4、
发明名称为“血糖浓度分析方法、装置、电子设备和存储介质”的中国专利申
5 请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及无创血糖浓度分析领域，特别是涉及一种血糖浓度分析方法、
装置、电子设备、存储介质和计算机程序产品。

10

背景技术

随着传感技术的发展，出现了可穿戴智能设备，可穿戴智能设备用于获取
佩戴者的生理特征参数，通过对生理特征参数的分析，实现对佩戴者身体状况
的持续监测。

15

传统技术中，可穿戴智能设备采用近红外无创血糖检测方法，实现对佩戴
者血糖浓度的持续监测，由于该方法容易受到人体组织的干扰，导致血糖浓度
的准确性较低。

发明内容

20

基于此，有必要针对上述技术问题，提供一种能够提高准确性的血糖浓度
分析方法、装置、电子设备、计算机可读存储介质和计算机程序产品。

第一方面，本申请提供了一种血糖浓度分析方法。所述方法包括：

获取目标对象在目标时间段内，多个光电容积脉搏波集合分别对应的强度
集合；所述强度集合中包括平均交流强度和平均直流强度

25

对多个所述强度集合进行曲线拟合，得到拟合系数和拟合偏置；

将所述拟合偏置与所述目标对象对应的偏置范围进行比对，在确定所述拟
合偏置不在所述偏置范围内的情况下，对所述拟合偏置进行调整，得到调整拟
合偏置；

基于所述调整拟合偏置，对多个所述强度集合进行曲线拟合，得到调整拟合系数，将所述调整拟合系数作为所述目标对象在所述目标时间段的血糖浓度。

在一个实施例中，所述基于所述调整拟合偏置，对多个所述强度集合进行曲线拟合，得到调整拟合系数，之后还包括：

- 5 获取所述目标对象的修正参数值；所述修正参数值与修正参数对应，所述修正参数至少包括生理特征参数和环境特征参数中的一类；

获取所述目标对象对应的多个修正权重；所述多个修正权重中包括所述调整拟合系数对应的修正权重，以及各个所述修正参数对应的修正权重；

- 10 所述将所述调整拟合系数作为所述目标对象在所述目标时间段的血糖浓度包括：

将所述调整拟合系数和各个所述修正参数值，与对应的所述修正权重进行融合，得到所述目标对象在所述目标时间段的血糖浓度。

在一个实施例中，所述获取目标对象在目标时间段内，多个光电容积脉搏波集合对应的强度集合包括：

- 15 获取所述目标对象在所述目标时间段内的多个光电容积脉搏波集合；每个所述光电容积脉搏波集合对应一个发射强度，每个所述光电容积脉搏波集合中包括至少两个光电容积脉搏波；

- 20 针对每个所述光电容积脉搏波，对所述光电容积脉搏波进行滤波处理，得到直流信号和交流信号，基于所述直流信号的信号强度，确定所述光电容积脉搏波对应的直流强度，基于所述交流信号，确定所述光电容积脉搏波对应的交流强度；

- 25 针对每个所述光电容积脉搏波集合，对多个所述光电容积脉搏波对应的直流强度进行平均，得到平均直流强度，对多个所述光电容积脉搏波对应的交流强度进行平均，得到平均交流强度，基于所述平均直流强度和所述平均交流强度，得到所述光电容积脉搏波集合对应的强度集合。

在一个实施例中，所述针对每个所述光电容积脉搏波，对所述光电容积脉搏波进行滤波处理，得到直流信号和交流信号，之前还包括：

对所述光电容积脉搏波进行质量评估，得到所述光电容积脉搏波的质量评

估结果；所述质量评估结果包括组成所述光电容积脉搏波的各个波段对应的评估值；

将小于评估阈值的所述评估值对应的波段从所述光电容积脉搏波中移除，得到调整光电容积脉搏波；

- 5 所述针对每个所述光电容积脉搏波，对所述光电容积脉搏波进行滤波处理，得到直流信号和交流信号包括：

针对每个所述调整光电容积脉搏波，对所述调整光电容积脉搏波进行滤波处理，得到直流信号和交流信号。

- 10 在一个实施例中，所述基于所述交流信号，确定所述光电容积脉搏波对应的交流强度，包括：

获取所述交流信号中的多个波谷坐标，对多个所述波谷坐标进行曲线拟合，得到拟合信号；

计算所述交流信号与所述拟合信号之间的差异，得到目标交流信号；

- 15 对所述目标交流信号中的多个波峰强度进行平均，得到所述光电容积脉搏波对应的交流强度。

在一个实施例中，所述将所述拟合偏置与所述目标对象对应的偏置范围进行比对，之前还包括：

获取所述目标对象的多个历史时间段，以及每个所述历史时间段对应的多个强度集合；

- 20 针对每个所述历史时间段，对所述历史时间段对应的多个强度集合进行曲线拟合，得到历史拟合偏置；

基于多个所述历史拟合偏置，得到所述目标对象对应的偏置范围。

在一个实施例中，所述将所述拟合偏置与所述目标对象对应的偏置范围进行比对，之后还包括：

- 25 在确定所述拟合偏置在所述偏置范围内的情况下，将所述拟合系数作为所述目标对象在所述目标时间段的血糖浓度。

第二方面，本申请还提供了一种血糖浓度分析装置。所述装置包括：

获取模块，用于获取目标对象在目标时间段内，多个光电容积脉搏波集合

分别对应的强度集合；所述强度集合中包括平均交流强度和平均直流强度；

拟合模块，用于对多个所述强度集合进行曲线拟合，得到拟合系数和拟合偏置；

比较模块，用于将所述拟合偏置与所述目标对象对应的偏置范围进行比对，
5 在确定所述拟合偏置不在所述偏置范围内的情况下，对所述拟合偏置进行调整，得到调整拟合偏置；

调整模块，用于基于所述调整拟合偏置，对多个所述强度集合进行曲线拟合，得到调整拟合系数，将所述调整拟合系数作为所述目标对象在所述目标时间段内的血糖浓度。

10 第三方面，本申请还提供一种电子设备，包括存储器和处理器，所述存储器存储有计算机程序，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时实现上述各方面提供的血糖浓度分析方法中的步骤。

第四方面，本申请还提供了一种计算机可读存储介质。所述可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现上述各方面提供的
15 的血糖浓度分析方法中的步骤。

第五方面，本申请还提供了一种计算机程序产品。所述计算机程序产品，包括计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现上述各方面提供的血糖浓度分析方法中的步骤。

上述血糖浓度分析方法、装置、电子设备、存储介质和计算机程序产品，
20 通过对多个强度集合进行曲线拟合，得到拟合系数，拟合系数反映了目标时间段内交流信号强度与直流信号强度之间的比值，即反映了目标对象在目标时间段内的血糖浓度，然后将拟合偏置和目标对象对应的偏置范围进行比较，偏置范围表征了目标对象的个体差异，不同的目标对象对应不同的偏置范围，如果拟合偏置不在偏置范围内，说明拟合偏置不符合目标对象的个体差异，则对拟合
25 偏移进行调整，使得到的调整拟合偏置符合目标对象的偏置范围，然后使用调整拟合偏置和多个强度集合再次进行曲线拟合，得到的调整拟合系数结合了目标对象的个体差异，将调整拟合系数作为目标对象在目标时间段内的血糖浓度，从而提高了血糖浓度的准确性。

附图说明

- 图 1 为一个实施例中血糖浓度分析方法的应用环境图；
图 2 为一个实施例中血糖浓度分析方法的流程示意图；
5 图 3 为一个实施例中血糖浓度修正步骤的流程示意图；
图 4 为一个实施例中强度集合获取步骤的流程示意图；
图 5 为一个实施例中滤波步骤的流程示意图；
图 6 为一个实施例中光电容积脉搏波方法的示意图；
图 7 为一个实施例中分析血糖浓度的流程示意图；
10 图 8 为一个实施例中血糖浓度曲线的示意图；
图 9 为一个实施例中血糖浓度分析装置的结构框图；
图 10 为一个实施例中电子设备的内部结构图。

具体实施方式

- 15 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

- 本申请实施例提供的血糖浓度分析方法，可以应用于如图 1 所示的应用环境中。其中，设备 102 通过网络与服务器 104 进行通信。数据存储系统可以存
20 储服务器 104 需要处理的数据。数据存储系统可以集成在服务器 104 上，也可以放在云上或其他网络服务器上。设备和服务器均可单独用于执行本申请实施例中提供的血糖浓度分析方法。设备和服务器也可协同用于执行本申请实施例中提供的血糖浓度分析方法。例如，设备获取目标对象在目标时间段内，多个
25 光电容积脉搏波集合分别对应的强度集合，对多个强度集合进行曲线拟合，得到拟合系数和拟合偏置，将拟合偏置与目标对象对应的偏置范围进行比对，在确定拟合偏置不在偏置范围内的情况下，对拟合偏置进行调整，得到调整拟合偏置，基于调整拟合偏置，对多个强度集合进行曲线拟合，得到调整拟合系数，将调整拟合系数作为目标对象在目标时间段的血糖浓度。其中，设备 102 可以

但不限于各种便携式可穿戴设备，便携式可穿戴设备可为智能手表、智能手环、头戴设备等。服务器 104 可以用独立的服务器或者是多个服务器组成的服务器集群来实现。

5 在一个实施例中，如图 2 所示，提供了一种血糖浓度分析方法，包括步骤 202 到步骤 208，以该方法应用于设备为例进行说明。

步骤 202，获取目标对象在目标时间段内，多个光电容积脉搏波集合分别对应的强度集合；强度集合中包括平均交流强度和平均直流强度。

其中，目标对象是指监测血糖浓度的个人。例如，佩戴设备的个人。目标时间段是指监测血糖浓度的一个时间段。目标时间段的时长可根据实际需求进行设定。光电容积脉搏波是指使用特定频率的光照射到皮肤表面，接收透射光或者反射光形成的光波。血液中不同的成分对不同频率的光，吸收程度不同。例如，血液中的血糖对 A 频率的光具有较强的吸收能力，血糖浓度的变化会直接影响对 A 频率光的吸收，导致透射光或者反射光的变化，即导致光电容积脉搏波的变化。光电容积脉搏波集合是指相同频率、相同强度的发射光，对应的多个光电容积脉搏波组成的集合。可以理解为，在发射光频率相同、强度相同的情况下，将接收到的每一个预设时长的反射光波或者透射光波作为一个光电容积脉搏波，上述多个光电容积脉搏波组成一个光电容积脉搏波集合。例如，设备发射 30 秒的 A 频率、B 强度的光，接收 30 秒的反射光波，将每 10 秒的反射光波作为一个光电容积脉搏波，30 秒内得到 3 个光电容积脉搏波，上述 3 个光电容积脉搏波组成一个光电容积脉搏波集合。强度集合是指多个光电容积脉搏波的平均直流强度和多个光电容积脉搏波的平均交流强度组成的集合。

示例性地，设备为了监测目标对象在目标时间段内的血糖浓度，设备获取目标对象在目标时间段内的多个强度集合，每一个强度集合由一个光电容积脉搏波集合分析得到。

25 步骤 204，对多个强度集合进行曲线拟合，得到拟合系数和拟合偏置。

其中，曲线拟合是指选择合适的曲线类型，拟合强度集合的过程。可以理解为，将强度集合中的平均直流强度作为 X 轴坐标值，将平均交流强度作为 Y 轴坐标值，将强度集合作为直角坐标系中的一个坐标，对多个坐标进行曲线拟

合。曲线拟合包括但不限于偏最小二乘法拟合和直线拟合。拟合系数是指拟合曲线的系数。拟合偏置是指拟合曲线的截距。例如，使用多个强度集合拟合出的拟合曲线为 $Y=KX+B$ ，其中 K 为拟合系数， B 为拟合偏置。

示例性地，设备对多个强度集合进行曲线拟合，得到初始拟合曲线，将初始拟合曲线的系数作为拟合系数，将初始拟合曲线的截距作为拟合偏置。

步骤 206，将拟合偏置与目标对象对应的偏置范围进行比对，在确定拟合偏置不在偏置范围内的情况下，对拟合偏置进行调整，得到调整拟合偏置。

其中，偏置范围是指与目标对象对应的截距范围。不同的目标对象，对应的偏置范围不同。偏置范围表征了目标对象的个体差异性。

示例性地，设备获取目标对象对应的偏置范围，将拟合偏置与偏置范围进行比对，如果拟合偏置在偏置范围内，则将拟合系数作为目标对象在目标时间段的血糖浓度，如果拟合偏置不在偏置范围内，则对拟合偏置进行调整，得到调整拟合偏置，调整拟合偏置在偏置范围内。

在一个实施例中，对拟合偏置进行调整，得到调整拟合偏置，包括：基于偏置范围，对拟合偏置进行多次调整，得到多个候选拟合偏置，针对每一个候选拟合偏置，对多个强度集合进行曲线拟合，得到候选拟合曲线，计算候选拟合曲线的线性度，对多个候选拟合曲线的线性度进行比较，将最大线性度对应候选拟合曲线的候选拟合偏置，确定为调整拟合偏置。

步骤 208，基于调整拟合偏置，对多个强度集合进行曲线拟合，得到调整拟合系数，将调整拟合系数作为目标对象在目标时间段的血糖浓度。

其中，血糖浓度是指血液中葡萄糖的浓度。

示例性地，设备根据调整拟合偏置，对多个强度集合进行曲线拟合，得到调整拟合曲线，将调整拟合曲线的系数作为调整拟合系数，将调整拟合系数作为目标对象在目标时间段的血糖浓度。

上述血糖浓度分析方法中，通过对多个强度集合进行曲线拟合，得到拟合系数，拟合系数反映了目标时间段内交流信号强度与直流信号强度之间的比值，即反映了目标对象在目标时间段内的血糖浓度，然后将拟合偏置和目标对象对应的偏置范围进行比较，偏置范围表征了目标对象的个体差异，不同的目标对

象对应不同的偏置范围，如果拟合偏置不在偏置范围内，说明拟合偏置不符合目标对象的个体差异，则对拟合偏移进行调整，使得到的调整拟合偏置符合目标对象的偏置范围，然后使用调整拟合偏置和多个强度集合再次进行曲线拟合，得到的调整拟合系数结合了目标对象的个体差异，将调整拟合系数作为目标对象在目标时间段内的血糖浓度，从而提高了血糖浓度的准确性。

在一个实施例中，如图 3 所示，步骤 208，基于调整拟合偏置，对多个强度集合进行曲线拟合，得到调整拟合系数，之后还包括：

步骤 302，获取目标对象的修正参数值；修正参数值与修正参数对应，修正参数至少包括生理特征参数和环境特征参数中的一类。

其中，修正参数是指对血糖浓度进行修正的参数。可以理解为，影响血糖浓度的参数。修正参数值是指修正参数在某一时刻具体的数值。生理特征参数是指表征目标对象的身体状况的特征参数。生理特征参数包括但不限于血压、心率、血氧和身体质量指数（BMI，Body Mass Index）。环境特征参数是指表征环境状况的特征参数。环境特征参数包括但不限于温度和湿度。

示例性地，在得到调整拟合系数之后，为了进一步提高监测的血糖浓度的准确性，结合目标对象的生理特征参数和/或环境特征参数对调整拟合系数进行修正，将修正得到的结果作为目标对象在目标时间段内的血糖浓度。设备上的传感器获取目标对象的修正参数值。

步骤 304，获取目标对象对应的多个修正权重；多个修正权重中包括调整拟合系数对应的修正权重，以及各个修正参数对应的修正权重。

其中，修正权重是指修正参数对应的比例。修正参数对应的修正权重越大，说明修正参数对血糖浓度的影响越大。修正权重具有个体差异性，可以理解为，不同对象的同一修正参数对应的修正权重不同。

示例性地，设备从数据库中获取目标对象的多个修正权重。

步骤 306，将调整拟合系数作为目标对象在目标时间段的血糖浓度包括：将调整拟合系数和各个修正参数值，与对应的修正权重进行融合，得到目标对象在目标时间段的血糖浓度。

示例性地，设备将调整拟合系数与对应的修正权重相乘，得到修正拟合系

数，将各个修正参数值与对应的修正权重相乘，得到对应的多个修正值，将修正拟合系数与多个修正值相加，得到目标对象在目标时间段的血糖浓度。

本实施例中，设备基于调整拟合偏置，对多个强度集合进行曲线拟合，得到调整拟合系数之后，获取影响血糖浓度的修正参数值和目标对象对应的修正权重，不同目标对象的相同修正参数对应的修正权重不同，修正权重体现了目标对象的个体差异性，结合影响血糖浓度的修正参数值和对应的修正权重，对调整拟合系数进行修正，可以理解为，在考虑目标对象身体特征和目标对象所处环境的环境特征的情况下，综合分析目标对象在目标时间段的血糖浓度，进一步提高了血糖浓度的准确性。

10 在一个实施例中，如图4所示，步骤202，获取目标对象在目标时间段内，多个光电容积脉搏波集合对应的强度集合，包括：

步骤402，获取目标对象在目标时间段内的多个光电容积脉搏波集合：每个光电容积脉搏波集合对应一个发射强度，每个光电容积脉搏波集合中包括至少两个光电容积脉搏波。

15 其中，发射强度是指设备发射光波的强度。发射强度可以通过调整发射光的波峰强度值实现，也可以通过调整发光时长的占比实现。

示例性地，设备为了监测目标对象在目标时间段内的血糖浓度，设备获取目标对象在目标时间段内的多个光电容积脉搏波，将同一发射强度对应的多个光电容积脉搏波组成一个光电容积脉搏波集合，得到多个光电容积脉搏波集合。

20 步骤404，针对每个光电容积脉搏波，对光电容积脉搏波进行滤波处理，得到直流信号和交流信号，基于直流信号的信号强度，确定光电容积脉搏波对应的直流强度，基于交流信号，确定光电容积脉搏波对应的交流强度。

其中，滤波处理是指基于预设规则，将光电容积脉搏波中的直流信号和交流信号分离。交流信号是指光电容积脉搏波中的交流分量，它与心率同步，反映了动脉血对光的吸收情况。直流信号是指光电容积脉搏波中的直流分量，反映了非动脉血、静脉血、毛细血管血和肌肉组织等对光的吸收情况。

25 示例性地，针对每个光电容积脉搏波，设备基于预设频率范围，从光电容积脉搏波中分离出直流信号和交流信号，将直流信号的信号强度，作为光电容

积脉搏波的直流强度，基于交流信号的波峰强度和波谷强度，确定光电容积脉搏波对应的交流强度。

在一个实施例中，基于交流信号，确定光电容积脉搏波对应的交流强度，包括：设备获取交流信号中每一个波峰对应的波峰强度，以及每一个波谷对应的波谷强度，将多个波峰强度相加得到波峰统计强度，将多个波谷强度相加得到波谷统计强度，对波峰或者波谷的数量进行统计，得到统计值，计算波峰统计强度与波谷统计强度之间的差异值，将差异值除以统计值，得到光电容积脉搏波对应的交流强度。

步骤 406，针对每个光电容积脉搏波集合，对多个光电容积脉搏波对应的直流强度进行平均，得到平均直流强度，对多个光电容积脉搏波对应的交流强度进行平均，得到平均交流强度，基于平均直流强度和平均交流强度，得到光电容积脉搏波集合对应的强度集合。

示例性地，设备对同一个光电容积脉搏波集合中的，对多个光电容积脉搏波对应的直流强度进行平均，得到平均直流强度，对多个光电容积脉搏波对应的交流强度进行平均，得到平均交流强度，将平均直流强度和平均交流强度组成光电容积脉搏波集合对应的强度集合。

本实施例中，通过将平均直流强度和平均交流强度组成用于曲线拟合的强度集合，避免了由于其中一个光电容积脉搏波的波动或者测量失误，造成强度集合的不准确，进而造成曲线拟合结果的不准确，提高了强度集合的准确性，为后续曲线拟合提供了准确的基础数据。

在一个实施例中，如图 5 所示，步骤 404，针对每个光电容积脉搏波，对光电容积脉搏波进行滤波处理，得到直流信号和交流信号，之前还包括：

步骤 502，对光电容积脉搏波进行质量评估，得到光电容积脉搏波的质量评估结果；质量评估结果包括组成光电容积脉搏波的各个波段对应的评估值。

其中，质量评估是指对光电容积脉搏波的质量进行评估。可以理解为，对光电容积脉搏波的波形进行评估。质量评估结果是指光电容积脉搏波的各个波段对应的评估值组成的集合。预设波段是指预先设置的，用于对波段进行评估的标准波段。预设波段可以根据经验或者实验数据进设置。

示例性地，上述步骤 404 中直接对光电容积脉搏波进行滤波处理，上述光电容积脉搏波的误差可能较大，无法反映目标对象的真实情况，为了提高强度集合的准确性，在对光电容积脉搏波进行滤波处理之前，需要对光电容积脉搏波进行预处理，预处理的步骤包括步骤 502 和 504。设备将光电容积脉搏波划分
5 成多个波段，针对每一个波段，计算波段与预设波段的相似性，得到波段的评估值，将多个波段的评估值，组成光电容积脉搏波的评估结果。

在一个实施例中，步骤 502，对光电容积脉搏波进行质量评估，得到光电容积脉搏波的质量评估结果，包括：对光电容积脉搏波进行归一化处理，得到待评估光电容积脉搏波，如图 6 中的采集数据所示，将待评估光电容积脉搏波划
10 分成多个波段，针对每一个波段，计算波段与预设波段的相似性，得到波段的初始评估值，对初始评估值进行归一化处理，得到波段的评估值，将多个波段的评估值，组成光电容积脉搏波的评估结果，如图 6 中的质量评估所示。

步骤 504，将小于评估阈值的评估值对应的波段从光电容积脉搏波中移除，得到调整光电容积脉搏波。

15 其中，评估阈值是指保留波段的最小评估值。评估阈值可以根据实际需求进行设定。

示例性地，设备分别将每一个评估值与评估阈值进行比较，将小于评估阈值的评估值对应的波段从光电容积脉搏波中移除，得到调整光电容积脉搏波。
在一个实施例中，步骤 504，将小于评估阈值的评估值对应的波段从光电容积脉
20 搏波中移除，得到调整光电容积脉搏波，之前还包括：设备分别将光电容积脉搏波中的每一个评估值与评估阈值进行比较，统计小于评估阈值的评估值在质量评估结果中的占比，若占比大于预设门限值，则判定该光电容积脉搏波的质量较差，删除该光电容积脉搏波；若占比小于或者等于预设门限值，则判定该光电容积脉搏波的质量较好，将小于评估阈值的评估值对应的波段从光电容积
25 脉搏波中移除，得到调整光电容积脉搏波。例如，图 6（a）中的光电容积脉搏波的质量较好，则将小于评估阈值的评估值对应的波段从光电容积脉搏波中移除，得到调整光电容积脉搏波，图 6（b）中的光电容积脉搏波的质量较差，则将其从光电容积脉搏波集合中删除。

步骤 506, 针对每个光电容积脉搏波, 对光电容积脉搏波进行滤波处理, 得到直流信号和交流信号包括: 针对每个调整光电容积脉搏波, 对调整光电容积脉搏波进行滤波处理, 得到直流信号和交流信号。

示例性地, 设备得到调整光电容积脉搏波之后, 针对每个调整光电容积脉搏波, 设备根据预设频率范围, 从调整光电容积脉搏波中分离出直流信号和交流信号。

本实施例中, 对光电容积脉搏波进行质量评估, 将小于评估阈值的评估值对应的波段从光电容积脉搏波中移除, 评估值小于评估阈值, 说明该评估值对应的波段为突变波段, 与其他波段的差异较大, 突变波段无法准确反映反射光或者透射光的正常变化情况, 将该波段从光电容积脉搏波中移除, 可以理解为, 将突变波段从光电容积脉搏波中移除, 调整光电容积脉搏波可以更准确的反映反射光或者透射光的变化, 提高了调整光电容积脉搏波的准确性, 从而提高了分离出的直流信号和交流信号的准确性。

在一个实施例中, 步骤 404 中, 基于交流信号, 确定光电容积脉搏波对应的交流强度, 包括:

获取交流信号中的多个波谷坐标, 对多个波谷坐标进行曲线拟合, 得到拟合信号; 计算交流信号与拟合信号之间的差异, 得到目标交流信号; 对目标交流信号中的多个波峰强度进行平均, 得到光电容积脉搏波对应的交流强度。

其中, 波谷坐标是指交流信号波谷中最低点的坐标。波谷坐标的其中一维坐标为时间维度, 另外一维坐标为强度维度。例如, 如图 6 (a) 中所示, 第一个波谷坐标为 (0, 0.45)。拟合信号是指对多个波谷坐标进行拟合, 得到的拟合曲线。波峰强度是指目标交流信号波峰最高点的强度。

示例性地, 在得到光电容积脉搏波的交流信号之后, 设备获取交流信号中的每一个波谷的波谷坐标, 对上述多个波谷坐标进行曲线拟合, 得到拟合信号, 将交流信号减去拟合信号, 得到目标交流信号, 获取目标交流信号中每一个波峰的波峰强度, 对上述多个波峰强度进行平均, 得到光电容积脉搏波对应的交流强度。

本实施例中, 相比于直接使用波峰强度减去波谷强度, 得到待平均的波峰

强度，待平均的波峰强度值受到时间的影响，即相减的波峰强度和波谷强度不在同一个时间，待平均的波峰强度中包含了时间因素的影响，待平均的波峰强度准确性较低，使用交流信号减去拟合信号，得到目标交流信号，目标交流信号体现了交流信号变化的幅度，从目标交流信号中获取待平均的波峰强度，波峰强度中无时间因素的影响，提高了待平均波峰强度的准确性，从而提高了交流强度的准确性。

在一个实施例中，步骤 206，将拟合偏置与所述目标对象对应的偏置范围进行比对，之前还包括：

获取目标对象的多个历史时间段，以及每个历史时间段对应的多个强度集合；针对每个历史时间段，对历史时间段对应的多个强度集合进行曲线拟合，得到历史拟合偏置；基于多个历史拟合偏置，得到目标对象对应的偏置范围。

其中，历史时间段是指相比与当前，之前的时间段。

示例性地，设备在开始监测目标对象的血糖浓度之前，设备需要确定目标对象对应的偏置范围，设备可以在目标对象佩戴一段时间之后，从佩戴时间段内获取多个历史时间段，根据多个历史时间段对应的强度集合，确定符合目标对象个体差异的偏置范围，然后将偏置范围与目标对象的目标对象标识进行保存，在后续监测目标对象的血糖浓度的过程中使用该偏置范围，或者，设备在每次监测目标对象的血糖浓度之前，获取相比与目标时间段之前的多个历史时间对应的强度集合，根据多个强度集合进行确定偏置范围。设备获取目标对象的多个历史时间段，然后获取每个历史时间段对应的多个强度集合，针对每个历史时间段，对多个强度集合进行曲线拟合，得到历史拟合偏置，对多个历史拟合偏置进行平均，得到平均偏置，基于平均偏置和预设浮动范围，得到目标对象对应的偏置范围。例如，平均偏置为 M ，预设浮动范围为正负 10%，则偏置范围为 $[M*(1+10\%), M*(1-10\%)]$ 。

本实施例中，通过对目标对象的每个历史时间段对应的多个强度集合进行拟合，得到多个拟合偏置，根据多个拟合偏置确定目标对象对应的偏置范围，偏置范围与目标对象一一对应，偏置范围具有个体差异性，可以更准确的表征目标对象的个体差异。

在一个实施例中，步骤 206，将拟合偏置与所述目标对象对应的偏置范围进行比对，之后还包括：

在确定拟合偏置在偏置范围内的情况下，将拟合系数作为目标对象在目标时间段的血糖浓度。

- 5 示例性地，步骤 206 中设备将拟合偏置与目标对象对应的偏置范围进行比对，如果拟合偏置在偏置范围内，则将拟合系数作为目标对象在目标时间段的血糖浓度。

本实施例中，如果拟合偏置在偏置范围内，说明通过曲线拟合得到拟合偏置符合目标对象的个体差异，拟合系数的准确性较高，可以准确的反映目标对象在目标时间段的血糖浓度。

10

在一个示例性地实施例中，分析血糖浓度的过程如图 7 所示，设备发射 A 频率、第一强度的光，接收预设时长的光电容积脉搏波，对光电容积脉搏波进行归一化处理，得到待评估光电容积脉搏波，将待评估光电容积脉搏波划分成多个波段，针对每一个波段，计算波段与预设波段的相似性，得到波段的初始评估值，对初始评估值进行归一化处理，得到波段的评估值，将多个波段的评估值，组成光电容积脉搏波的评估结果，基于评估结果，确定该光电容积脉搏波的质量，如果该光电容积脉搏波的质量较差，则删除该光电容积脉搏波；如果该光电容积脉搏波的质量较好，则将小于评估阈值的评估值对应的波段从光电容积脉搏波中移除，得到调整后的光电容积脉搏波。重复上述过程，得到预设数量的光电容积脉搏波，将上述预设数量的光电容积脉搏波组成第一光电容积脉搏波集合。设备将发射光的强度调整为第二强度，发射 A 频率、第二强度的光，重复上述过程，得到预设数量的光电容积脉搏波，将上述预设数量的光电容积脉搏波组成第二光电容积脉搏波集合。设备将发射光的强度调整为第三强度，发射 A 频率、第三强度的光，重复上述过程，得到预设数量的光电容积脉搏波，将上述预设数量的光电容积脉搏波组成第三光电容积脉搏波集合。

15

20

25

针对每一个光电容积脉搏波集合中的每一个光电容积脉搏波，基于预设频率范围，对光电容积脉搏波进行滤波处理，从光电容积脉搏波中分离出直流信号和交流信号。

将直流信号的信号强度，作为光电容积脉搏波的直流强度。获取交流信号中的每一个波谷的波谷坐标，对上述多个波谷坐标进行曲线拟合，得到拟合信号，将交流信号减去拟合信号，得到目标交流信号，获取目标交流信号中每一个波峰的波峰强度，对上述多个波峰强度进行平均，得到光电容积脉搏波对应的交流强度。针对每个光电容积脉搏波集合，对多个光电容积脉搏波对应的直流强度进行平均，得到平均直流强度，对多个光电容积脉搏波对应的交流强度进行平均，得到平均交流强度，基于平均直流强度和平均交流强度，得到光电容积脉搏波集合对应的强度集合，将平均直流强度和平均交流强度组成光电容积脉搏波集合对应的强度集合。

- 10 对多个强度集合进行曲线拟合，得到初始拟合曲线，将初始拟合曲线的系数作为拟合系数，将初始拟合曲线的截距作为拟合偏置，获取目标对象对应的偏置范围，将拟合偏置与偏置范围进行比对，如果拟合偏置在偏置范围内，则将拟合系数作为目标对象在目标时间段的血糖浓度；如果拟合偏置不在偏置范围内，则对拟合偏置进行调整，得到调整拟合偏置，调整拟合偏置在偏置范围内，根据调整拟合偏置，对多个强度集合进行曲线拟合，得到调整拟合曲线，将调整拟合曲线的系数作为调整拟合系数，将调整拟合系数作为目标对象在目标时间段的血糖浓度，将连续时间段内的多个初始血糖浓度连接成曲线，以实现对目标对象血糖浓度变化的持续监测。如图 8 中左图所示，预估血糖值和标准血糖值的单位均为 mg/dL（浓度单位，毫克每分升），预估血糖值曲线中的每一个点表征目标对象在目标时间段的血糖浓度，采用上述血糖浓度分析方法得到，预估血糖值表征了目标对象血糖浓度的变化情况，标准血糖值表征目标对象真实的血糖浓度变化情况。基于预设修正参数，设备获取目标对象对应的修正参数值和目标对象对应的修正权重，将调整拟合系数与对应的修正权重相乘，得到修正拟合系数，将各个修正参数值与对应的修正权重相乘，得到对应的多个修正值，将修正拟合系数与多个修正值相加，得到目标对象在目标时间段的血糖浓度。如图 8 中右图所示，预估血糖值曲线中的每一个点表征目标对象在目标时间段的血糖浓度，该血糖浓度结合目标对象的生理特征和环境特征，采用上述血糖浓度分析方法得到，预估血糖值表征了目标对象血糖浓度的变化情况
- 15
- 20
- 25

况，标准血糖值表征目标对象真实的血糖浓度变化情况。

为了对上述血糖浓度分析方法的准确性进行评估，采用公式（1）计算图 8 中所示预估血糖值和标准血糖值之间的平均相对误差绝对值（Mean Absolute Relative Difference, mARD），采用公式（2）计算图 8 中所示预估血糖值和标准血糖值之间的均方根误差（Root Mean Square Error, RMSE）、采用公式（3）计算图 8 中所示预估血糖值和标准血糖值之间的平均绝对差（Mean Absolute Difference, MAD）：

$$mARD = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \frac{g(t) - \hat{g}(t)}{g(t)} \quad \text{公式 (1)}$$

$$RMSE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \sqrt{(g(t) - \hat{g}(t))^2} \quad \text{公式 (2)}$$

$$MAD = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N |g(t) - \hat{g}(t)| \quad \text{公式 (3)}$$

其中， $g(t)$ 是标准血糖值， $\hat{g}(t)$ 是预估血糖值， t 代表时间点， N 代表包含的时间点的数量。

对图 8 中左图和右图中的三个指标结果进行比较，可以得知，结合了目标对象的生理特征和环境特征得到的预估血糖值，比未结合目标对象的生理特征和环境特征得到的预估血糖值更准确，更接近标准血糖值。

应该理解的是，虽然如上所述的各实施例所涉及的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示，但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明，这些步骤的执行并没有严格的顺序限制，这些步骤可以以其它的顺序执行。而且，如上所述的各实施例所涉及的流程图中的至少一部分步骤可以包括多个步骤或者多个阶段，这些步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成，而是可以在不同的时刻执行，这些步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行，而是可以与其它步骤或者其它步骤中的步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

基于同样的发明构思，本申请实施例还提供了一种用于实现上述所涉及的血糖浓度分析方法的血糖浓度分析装置。该装置所提供的解决问题的实现方案与上述方法中所记载的实现方案相似，故下面所提供的一个或多个血糖浓度分析装置实施例中的具体限定可以参见上文中对于血糖浓度分析方法的限定，在此不再赘述。

在一个实施例中，如图 9 所示，提供了一种血糖浓度分析装置，包括：获取模块 902、拟合模块 904、比较模块 906 和调整模块 908，其中：

获取模块 902，用于获取目标对象在目标时间段内，多个光电容积脉搏波集合分别对应的强度集合；强度集合中包括平均交流强度和平均直流强度。

10 拟合模块 904，用于对多个强度集合进行曲线拟合，得到拟合系数和拟合偏置。

比较模块 906，用于将拟合偏置与目标对象对应的偏置范围进行比对，在确定拟合偏置不在偏置范围内的情况下，对拟合偏置进行调整，得到调整拟合偏置。

15 调整模块 908，用于基于调整拟合偏置，对多个强度集合进行曲线拟合，得到调整拟合系数，将调整拟合系数作为目标对象在目标时间段的血糖浓度。

在一个实施例中，血糖浓度分析装置还包括修正模块，修正模块用于：获取目标对象的修正参数值；修正参数值与修正参数对应，修正参数至少包括生理特征参数和环境特征参数中的一类；获取目标对象对应的多个修正权重；多个修正权重中包括调整拟合系数对应的修正权重，以及各个修正参数对应的修正权重；将调整拟合系数作为目标对象在目标时间段的血糖浓度包括：将调整拟合系数和各个修正参数值，与对应的修正权重进行融合，得到目标对象在目标时间段的血糖浓度。

25 在一个实施例中，获取模块 902 还用于：获取目标对象在目标时间段内的多个光电容积脉搏波集合；每个光电容积脉搏波集合对应一个发射强度，每个光电容积脉搏波集合中包括至少两个光电容积脉搏波；针对每个光电容积脉搏波，对光电容积脉搏波进行滤波处理，得到直流信号和交流信号，基于直流信号的信号强度，确定光电容积脉搏波对应的直流强度，基于交流信号，确定光

电容容积脉搏波对应的交流强度；针对每个光电容积脉搏波集合，对多个光电容积脉搏波对应的直流强度进行平均，得到平均直流强度，对多个光电容积脉搏波对应的交流强度进行平均，得到平均交流强度，基于平均直流强度和平均交流强度，得到光电容积脉搏波集合对应的强度集合。

- 5 在一个实施例中，血糖浓度分析装置还包括评估模块，评估模块用于：对光电容积脉搏波进行质量评估，得到光电容积脉搏波的质量评估结果；质量评估结果包括组成光电容积脉搏波的各个波段对应的评估值；将小于评估阈值的评估值对应的波段从光电容积脉搏波中移除，得到调整光电容积脉搏波；针对每个光电容积脉搏波，对光电容积脉搏波进行滤波处理，得到直流信号和交流信号包括：针对每个调整光电容积脉搏波，对调整光电容积脉搏波进行滤波处理，得到直流信号和交流信号。
- 10

- 在一个实施例中，获取模块 902 还用于：获取交流信号中的多个波谷坐标，对多个波谷坐标进行曲线拟合，得到拟合信号；计算交流信号与拟合信号之间的差异，得到目标交流信号；对目标交流信号中的多个波峰强度进行平均，得到光电容积脉搏波对应的交流强度。
- 15

 在一个实施例中，血糖浓度分析装置还包括分析模块，分析模块用于：获取目标对象的多个历史时间段，以及每个历史时间段对应的多个强度集合；针对每个历史时间段，对历史时间段对应的多个强度集合进行曲线拟合，得到历史拟合偏置；基于多个历史拟合偏置，得到目标对象对应的偏置范围。

- 20 在一个实施例中，比较模块 906 还用于：在确定拟合偏置在偏置范围内的情况下，将拟合系数作为目标对象在目标时间段的血糖浓度。

- 上述血糖浓度分析装置中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于电子设备中的处理器中，也可以以软件形式存储于电子设备中的存储器中，以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。
- 25

 在一个实施例中，提供了一种电子设备，该电子设备可以是终端，其内部结构图可以如图 10 所示。该电子设备包括处理器、存储器、输入/输出接口、通信接口、显示单元和输入装置。其中，处理器、存储器和输入/输出接口通过系

统总线连接，通信接口、显示单元和输入装置通过输入/输出接口连接到系统总线。其中，该电子设备的处理器用于提供计算和控制能力。该电子设备的存储器包括非易失性存储介质和内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统和计算机程序。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该电子设备的输入/输出接口用于处理器与外部设备之间交换信息。该电子设备的通信接口用于与外部的终端进行有线或无线方式的通信，无线方式可通过 WIFI、移动蜂窝网络、NFC（近场通信）或其他技术实现。该计算机程序被处理器执行时以实现一种血糖浓度分析方法。该电子设备的显示单元用于形成视觉可见的画面，可以是显示屏、投影装置或虚拟现实成像装置。显示屏可以是液晶显示屏或者电子墨水显示屏，该电子设备的输入装置可以是显示屏上覆盖的触摸层，也可以是电子设备外壳上设置的按键、轨迹球或触控板，还可以是外接的键盘、触控板或鼠标等。

本领域技术人员可以理解，图 10 中示出的结构，仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图，并不构成对本申请方案所应用于其上的电子设备的限定，具体的电子设备可以包括比图中所示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者具有不同的部件布置。

在一个实施例中，还提供了一种电子设备，包括存储器和处理器，存储器中存储有计算机程序，该处理器执行计算机程序时实现上述各方法实施例中的步骤。

在一个实施例中，提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现上述各方法实施例中的步骤。

在一个实施例中，提供了一种计算机程序产品，包括计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现上述各方法实施例中的步骤。

需要说明的是，本申请所涉及的用户信息（包括但不限于用户设备信息、用户个人信息等）和数据（包括但不限于用于分析的数据、存储的数据、展示的数据等），均为经用户授权或者经过各方充分授权的信息和数据。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程，是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，所述的计算机程序可存储于

一非易失性计算机可读取存储介质中，该计算机程序在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、数据库或其它介质的任何引用，均可包括非易失性和易失性存储器中的至少一种。非易失性存储器可包括只读存储器（Read-Only Memory, ROM）、磁带、软盘、闪存、光存储器、高密度嵌入式非易失性存储器、阻变存储器（ReRAM）、磁变存储器（Magnetoresistive Random Access Memory, MRAM）、铁电存储器（Ferroelectric Random Access Memory, FRAM）、相变存储器（Phase Change Memory, PCM）、石墨烯存储器等。易失性存储器可包括随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）或外部高速缓冲存储器等。作为说明而非局限，RAM 可以是多种形式，比如静态随机存取存储器（Static Random Access Memory, SRAM）或动态随机存取存储器（Dynamic Random Access Memory, DRAM）等。本申请所提供的各实施例中所涉及的数据库可包括关系型数据库和非关系型数据库中至少一种。非关系型数据库可包括基于区块链的分布式数据库等，不限于此。本申请所提供的各实施例中所涉及的处理器可为通用处理器、中央处理器、图形处理器、数字信号处理器、可编程逻辑器、基于量子计算的数据处理逻辑器等，不限于此。

以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对本申请专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。因此，本申请的保护范围应以所附权利要求为准。

权利要求

1、一种血糖浓度分析方法，其特征在于，所述方法包括：

获取目标对象在目标时间段内，多个光电容积脉搏波集合分别对应的强度集合；所述强度集合中包括平均交流强度和平均直流强度；

对多个所述强度集合进行曲线拟合，得到拟合系数和拟合偏置；

5 将所述拟合偏置与所述目标对象对应的偏置范围进行比对，在确定所述拟合偏置不在所述偏置范围内的情况下，对所述拟合偏置进行调整，得到调整拟合偏置；

基于所述调整拟合偏置，对多个所述强度集合进行曲线拟合，得到调整拟合系数，将所述调整拟合系数作为所述目标对象在所述目标时间段的血糖浓度。

10 2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述基于所述调整拟合偏置，对多个所述强度集合进行曲线拟合，得到调整拟合系数，之后还包括：

获取所述目标对象的修正参数值；所述修正参数值与修正参数对应，所述修正参数至少包括生理特征参数和环境特征参数中的一类；

15 获取所述目标对象对应的多个修正权重；所述多个修正权重中包括所述调整拟合系数对应的修正权重，以及各个所述修正参数对应的修正权重；

所述将所述调整拟合系数作为所述目标对象在所述目标时间段的血糖浓度包括：

将所述调整拟合系数和各个所述修正参数值，与对应的所述修正权重进行融合，得到所述目标对象在所述目标时间段的血糖浓度。

20 3、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述获取目标对象在目标时间段内，多个光电容积脉搏波集合对应的强度集合，包括：

获取所述目标对象在所述目标时间段内的多个光电容积脉搏波集合；每个所述光电容积脉搏波集合对应一个发射强度，每个所述光电容积脉搏波集合中包括至少两个光电容积脉搏波；

25 针对每个所述光电容积脉搏波，对所述光电容积脉搏波进行滤波处理，得到直流信号和交流信号，基于所述直流信号的信号强度，确定所述光电容积脉搏波对应的直流强度，基于所述交流信号，确定所述光电容积脉搏波对应的交流强度；

针对每个所述光电容积脉搏波集合，对多个所述光电容积脉搏波对应的直流强度进行平均，得到平均直流强度，对多个所述光电容积脉搏波对应的交流强度进行平均，得到平均交流强度，基于所述平均直流强度和所述平均交流强度，得到所述光电容积脉搏波集合对应的强度集合。

- 5 4、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述针对每个所述光电容积脉搏波，对所述光电容积脉搏波进行滤波处理，得到直流信号和交流信号，之前还包括：

 对所述光电容积脉搏波进行质量评估，得到所述光电容积脉搏波的质量评估结果；所述质量评估结果包括组成所述光电容积脉搏波的各个波段对应的评估值；

10 估值；

 将小于评估阈值的所述评估值对应的波段从所述光电容积脉搏波中移除，得到调整光电容积脉搏波；

 所述针对每个所述光电容积脉搏波，对所述光电容积脉搏波进行滤波处理，得到直流信号和交流信号包括：

- 15 针对每个所述调整光电容积脉搏波，对所述调整光电容积脉搏波进行滤波处理，得到直流信号和交流信号。

 5、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述基于所述交流信号，确定所述光电容积脉搏波对应的交流强度，包括：

 获取所述交流信号中的多个波谷坐标，对多个所述波谷坐标进行曲线拟合，

20 得到拟合信号；

 计算所述交流信号与所述拟合信号之间的差异，得到目标交流信号；

 对所述目标交流信号中的多个波峰强度进行平均，得到所述光电容积脉搏波对应的交流强度。

- 6、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述将所述拟合偏置与所述
- 25 目标对象对应的偏置范围进行比对，之前还包括：

 获取所述目标对象的多个历史时间段，以及每个所述历史时间段对应的多个强度集合；

 针对每个所述历史时间段，对所述历史时间段对应的多个强度集合进行曲

线拟合，得到历史拟合偏置；

基于多个所述历史拟合偏置，得到所述目标对象对应的偏置范围。

7、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述将所述拟合偏置与所述目标对象对应的偏置范围进行比对，之后还包括：

5 在确定所述拟合偏置在所述偏置范围内的情况下，将所述拟合系数作为所述目标对象在所述目标时间段的血糖浓度。

8、一种血糖浓度分析装置，其特征在于，所述装置包括：

获取模块，用于获取目标对象在目标时间段内，多个光电容积脉搏波集合分别对应的强度集合；所述强度集合中包括平均交流强度和平均直流强度；

10 拟合模块，用于对多个所述强度集合进行曲线拟合，得到拟合系数和拟合偏置；

比较模块，用于将所述拟合偏置与所述目标对象对应的偏置范围进行比对，在确定所述拟合偏置不在所述偏置范围内的情况下，对所述拟合偏置进行调整，得到调整拟合偏置；

15 调整模块，用于基于所述调整拟合偏置，对多个所述强度集合进行曲线拟合，得到调整拟合系数，将所述调整拟合系数作为所述目标对象在所述目标时间段的血糖浓度。

9、一种电子设备，包括存储器和处理器，所述存储器存储有计算机程序，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求 1 至 7 中任一项所述的方法的步骤。

20

10、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求 1 至 7 中任一项所述的方法的步骤。