



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107958214 A

(43)申请公布日 2018.04.24

(21)申请号 201711169664.0

(22)申请日 2017.11.21

(71)申请人 中国科学院深圳先进技术研究院  
地址 518055 广东省深圳市南山区深圳大学  
学城学苑大道1068号

(72)发明人 李焯 樊小毛 蔡云鹏 姚启航  
杨玉洁

(74)专利代理机构 北京超凡志成知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11371  
代理人 吴迪

(51)Int.Cl.  
G06K 9/00(2006.01)  
A61B 5/0402(2006.01)  
A61B 5/04(2006.01)  
A61B 5/00(2006.01)

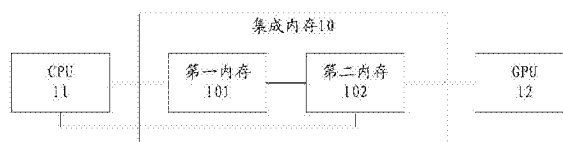
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

## (54)发明名称

ECG信号的并行分析装置、方法和移动终端

## (57)摘要

本公开提供了一种ECG信号的并行分析装置、方法和移动终端;其中,该装置包括:集成内存、CPU和GPU,该集成内存包括供CPU使用的第一内存和供GPU使用的第二内存,且CPU可访问第二内存;CPU对接收到的ECG原始信号进行一级降噪处理,得到一级ECG信号;还对GPU提取出的特征数据进行异常心搏分类初筛处理,得到疑似异常心搏数据;GPU对一级ECG信号进行特征提取,得到特征数据;还对一级ECG信号进行二级降噪处理,得到二级ECG信号,应用模板匹配分类方式对疑似异常心搏数据和二级ECG信号进行处理,得到最终异常心搏数据。本公开可以提高ECG信号的分析效率,从而提高ECG信号的分析反馈的及时性。



1. 一种ECG信号的并行分析装置,其特征在于,所述装置包括:集成内存、CPU和GPU,所述集成内存包括供CPU使用的第一内存和供所述GPU使用的第二内存,且所述CPU可访问所述第二内存;所述CPU和所述GPU通过所述集成内存传输数据;

所述CPU用于对接收到的ECG原始信号进行一级降噪处理,得到一级ECG信号;以及用于对所述GPU提取出的特征数据进行异常心搏分类初筛处理,得到疑似异常心搏数据;

所述GPU用于对所述一级ECG信号进行特征提取,得到所述特征数据;以及用于对所述一级ECG信号进行二级降噪处理,得到二级ECG信号,应用模板匹配分类方式对所述疑似异常心搏数据和所述二级ECG信号进行处理,得到最终异常心搏数据。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述CPU包括:

原始信号接收模块,用于接收ECG原始信号,将所述ECG原始信号存储于所述第一内存;

第一预处理模块,用于加载所述第一内存的ECG原始信号进行一级降噪处理,得到一级ECG信号,将所述一级ECG信号存储于所述第二内存;

第一异常心搏分类模块,用于根据存储位置信息获取所述特征数据,按照设定的规则判定方式对所述特征数据进行异常心搏分类,得到疑似异常心搏数据,将所述疑似异常心搏数据存储于所述第二内存。

3. 根据权利要求2所述的装置,其特征在于,所述GPU包括:

特征检测模块,用于从所述第二内存加载所述一级ECG信号进行特征提取,得到特征数据;将所述特征数据存储于所述第二内存;

第二预处理模块,用于加载所述一级ECG信号进行二级降噪处理,得到二级ECG信号;

第二异常心搏分类模块,用于从所述第二预处理模块获取所述二级ECG信号,从所述第二内存获取所述疑似异常心搏数据,按照设定的模板匹配方式和所述二级ECG信号对所述疑似异常心搏数据进行再确认,得到最终异常心搏数据,将最终异常心搏数据存储于所述第二内存。

4. 根据权利要求3所述的装置,其特征在于,所述集成内存包括:映射模块,用于将所述特征数据以及最终异常心搏数据的存储位置信息映射至所述第一内存,以使所述CPU根据所述存储位置信息获取对应的数据。

5. 根据权利要求3所述的装置,其特征在于,所述第一预处理模块包括IIR滤波器,用于对ECG原始信号进行滤波处理,得到一级ECG信号;

所述第二预处理模块包括伪迹去除单元,用于对所述一级ECG信号进行伪迹去除处理,得到二级ECG信号。

6. 根据权利要求3所述的装置,其特征在于,所述特征检测模块包括:

形态学变换单元,用于对还用于对所述一级ECG信号进行变换,输出形态学形式的ECG信号;

R波检测单元,用于对所述形态学形式的ECG信号进行R波检测,输出检测结果;

QRS波群检测,用于对所述检测结果进行QRS波群检测,输出包含有QRS波群的特征数据。

7. 一种ECG信号的并行分析方法,其特征在于,所述方法应用于移动终端,所述移动终端包括:集成内存、CPU和GPU,所述集成内存包括供CPU使用的第一内存和供所述GPU使用第二内存,且所述CPU可访问所述第二内存;所述CPU和所述GPU通过所述集成内存传输数据;

所述方法包括：

所述CPU对接收到的ECG原始信号进行一级降噪处理，得到一级ECG信号；

所述GPU对所述一级ECG信号进行特征提取，得到特征数据；

所述CPU对所述特征数据进行异常心搏分类初筛处理，得到疑似异常心搏数据；

所述GPU对所述一级ECG信号进行二级降噪处理，得到二级ECG信号；以及应用模板匹配分类方式对所述疑似异常心搏数据和所述二级ECG信号进行处理，得到最终异常心搏数据。

8. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述CPU获取所述最终异常心搏数据，将所述最终异常心搏数据上传至远端的医疗平台；

所述CPU接收所述医疗平台基于所述最终异常心搏数据反馈的报告。

9. 根据权利要求7或8所述的方法，其特征在于，所述CPU和所述GPU通过所述集成内存传输数据包括：

所述集成内存将所述CPU存储于第一内存中的数据复制至所述第二内存，以及将所述GPU存储于所述第二内存中的数据的存储位置信息映射至所述第一内存。

10. 一种移动终端，其特征在于，所述移动终端包括权利要求1-7任一项所述的装置。

## ECG信号的并行分析装置、方法和移动终端

### 技术领域

[0001] 本公开涉及心电信号处理技术领域,尤其是涉及一种ECG信号的并行分析装置、方法和移动终端。

### 背景技术

[0002] ECG (E lectrocardiogram,心电图)可以展示心脏电活动随时间的演变,是重要的生理数据之一;心率、节律的紊乱,或者心电信号的形态学变化均可能成为病理学的指征;通过分析记录的ECG波形可以检测心肌梗塞、心肌病、心肌炎等多种心脏疾病。

[0003] 为了监测长期ECG信号,需要高性能服务器提供运算服务;当用户在网络不稳定的环境和海量的心电分析请求同时提交时,传统的云平台式ECG信号分析很难实时响应;如果把ECG信号分析任务转移至移动终端,由于移动终端的CPU(中央处理器,Central Processing Unit)性能有限,依然难以负担长期ECG信号的处理,并及时作出反馈;同时,处理过程需要消耗设备较大的电量,对于电池容量有限的移动终端,电池损耗较大。

[0004] 公开内容

[0005] 有鉴于此,本公开的目的在于提供一种ECG信号的并行分析装置、方法和移动终端,以提高ECG信号的分析效率,从而提高ECG信号的分析反馈的及时性。

[0006] 为了实现上述目的,本公开采用的技术方案如下:

[0007] 第一方面,本公开提供了一种ECG信号的并行分析装置,该装置包括:集成内存、CPU和GPU,集成内存包括供CPU使用的第一内存和供GPU使用第二内存,且CPU可访问第二内存;CPU和GPU通过集成内存传输数据;CPU用于对接收到的ECG原始信号进行一级降噪处理,得到一级ECG信号;以及用于对GPU提取出的特征数据进行异常心搏分类初筛处理,得到疑似异常心搏数据;GPU用于对一级ECG信号进行特征提取,得到特征数据;以及用于对一级ECG信号进行二级降噪处理,得到二级ECG信号,应用模板匹配分类方式对疑似异常心搏数据和二级ECG信号进行处理,得到最终异常心搏数据。

[0008] 结合第一方面,本公开实施方式提供了第一方面的第一种可能的实施方式,其中,上述CPU包括原始信号接收模块,用于接收ECG原始信号,将ECG原始信号存储于第一内存;第一预处理模块,用于加载第一内存的ECG原始信号进行一级降噪处理,得到一级ECG信号,将一级ECG信号存储于第二内存;第一异常心搏分类模块,用于根据存储位置信息获取特征数据,按照设定的规则判定方式对特征数据进行异常心搏分类,得到疑似异常心搏数据,将疑似异常心搏数据存储于第二内存。

[0009] 结合第一方面的第一种可能的实施方式,本公开实施方式提供了第一方面的第二种可能的实施方式,其中,上述GPU包括:特征检测模块,用于从第二内存加载一级ECG信号进行特征提取,得到特征数据;将特征数据存储于第二内存;第二预处理模块,用于加载一级ECG信号进行二级降噪处理,得到二级ECG信号;第二异常心搏分类模块,用于从第二预处理模块获取二级ECG信号,从第二内存获取疑似异常心搏数据,按照设定的模板匹配方式和二级ECG信号对疑似异常心搏数据进行再确认,得到最终异常心搏数据,将最终异常心搏数

据存储于第二内存。

[0010] 结合第一方面的第二种可能的实施方式,本公开实施方式提供了第一方面的第三种可能的实施方式,其中,上述集成内存包括:映射模块,用于将特征数据以及最终异常心搏数据的存储位置信息映射至第一内存,以使CPU根据存储位置信息获取对应的数据。

[0011] 结合第一方面的第二种可能的实施方式,本公开实施方式提供了第一方面的第四种可能的实施方式,其中,上述第一预处理模块包括IIR滤波器,用于对ECG原始信号进行滤波处理,得到一级ECG信号;第二预处理模块包括伪迹去除单元,用于对一级ECG信号进行伪迹去除处理,得到二级ECG信号。

[0012] 结合第一方面的第二种可能的实施方式,本公开实施方式提供了第一方面的第五种可能的实施方式,其中,上述特征检测模块包括:形态学变换单元,用于对还用于对一级ECG信号进行变换,输出形态学形式的ECG信号;R波检测单元,用于对形态学形式的ECG信号进行R波检测,输出检测结果;QRS波群检测,用于对检测结果进行QRS波群检测,输出包含有QRS波群的特征数据。

[0013] 第二方面,本公开提供了一种ECG信号的并行分析方法,该方法应用于移动终端,该移动终端包括:集成内存、CPU和GPU,集成内存包括供CPU使用的第二内存和供GPU使用第二内存,且CPU可访问第二内存;CPU和GPU通过集成内存传输数据;该方法包括:CPU对接收到的ECG原始信号进行一级降噪处理,得到一级ECG信号;GPU对一级ECG信号进行特征提取,得到特征数据;CPU对特征数据进行异常心搏分类初筛处理,得到疑似异常心搏数据;GPU对一级ECG信号进行二级降噪处理,得到二级ECG信号;以及应用模板匹配分类方式对疑似异常心搏数据和二级ECG信号进行处理,得到最终异常心搏数据。

[0014] 结合第二方面,本公开实施方式提供了第二方面的第一种可能的实施方式,其中,上述方法还包括:CPU获取最终异常心搏数据,将最终异常心搏数据上传至远端的医疗平台;CPU接收医疗平台基于最终异常心搏数据反馈的报告。

[0015] 结合第二方面或第二方面的第一种可能的实施方式,本公开实施方式提供了第二方面的第二种可能的实施方式,其中,上述CPU和GPU通过集成内存传输数据包括:集成内存将CPU存储于第一内存中的数据复制至第二内存,以及将GPU存储于第二内存中的数据的存储位置信息映射至第一内存。

[0016] 第三方面,本公开提供了一种移动终端,该移动终端包括上述ECG信号的并行分析装置。

[0017] 本公开实施方式提供的一种ECG信号的并行分析装置、方法和移动终端,其集成内存包括供CPU使用的第二内存和供GPU使用第二内存;通过CPU对ECG原始信号进行一级降噪处理,并对GPU提取出的特征数据进行异常心搏分类初筛处理;通过GPU对一级降噪处理得到的一级ECG信号进行特征提取,并对该一级ECG信号进行二级降噪处理,再应用模板匹配分类方式对初筛处理得到的疑似异常心搏数据和二级降噪处理得到的二级ECG信号进行处理,得到最终的异常心搏数据。该方式中,由CPU和GPU共同处理ECG信号分析过程中的各项任务,GPU以并行处理方式完成复杂的计算任务,提高了ECG信号的分析效率,从而提高了ECG信号的分析反馈的及时性,同时降低了设备功耗,提高了用户体验度。

[0018] 进一步地,上述这种内存之间进行数据复制和映射的方式,相对于通过总线、通信线进行数据传输的方式,可以避免大量的数据传输,降低了数据从CPU端至GPU端的传输时

长,进一步地提高了ECG信号的分析效率。

[0019] 本公开的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述,或者,部分特征和优点可以从说明书推知或毫无疑义地确定,或者通过实施本公开的上述技术即可得知。

[0020] 为使本公开的上述目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举较佳实施方式,并配合所附附图,作详细说明如下。

### 附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本公开具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本公开的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0022] 图1为本公开实施方式提供的一种ECG信号的并行分析装置的结构示意图;

[0023] 图2为本公开实施方式提供的另一种ECG信号的并行分析装置的结构示意图;

[0024] 图3为本公开实施方式提供的一种ECG信号的并行分析方法的流程图;

[0025] 图4为本公开实施方式提供的另一种ECG信号的并行分析方法的流程图。

### 具体实施方式

[0026] 为使本公开实施方式的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本公开的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施方式是本公开一部分实施方式,而不是全部的实施方式。基于本公开中的实施方式,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式,都属于本公开保护的范围。

[0027] 长期ECG可以用于辅助诊断间歇性心律失常等心脏疾病。用户可以通过穿戴式心脏监测设备采集ECG信号,并将该ECG信号发送至与该设备连接的云平台中;该平台对ECG信号进行分析和诊断,再将诊断结果反馈至该监测设备,或者该用户的移动终端上。由于ECG信号的数据量较大,且云平台可能会连续不断地接收大量用户发送的ECG信号,因此,这种云平台处理ECG信号的方式给云端处理器造成了较大的计算负担,导致ECG信号处理反馈的及时性和可靠性得不到保证。

[0028] 为了缓解上述问题,可以将ECG信号分析诊断的任务由穿戴式心脏监测设备、手机、平板电脑等移动终端完成;然而,由于移动终端的CPU性能有限,依然难以负担长期ECG信号的处理,并及时作出反馈;同时,处理过程需要消耗设备较大的电量,对于电池容量有限的移动终端,电池损耗较大。

[0029] 针对上述ECG信号的分析方式反馈较慢的问题,本公开实施方式提供了一种ECG信号的并行分析装置、方法和移动终端;该技术可以应用于穿戴式心脏监测设备、手机、平板电脑等移动终端中,用于辅助诊断间歇性心律失常等心脏疾病的场景中。该技术可以采用相关的软件或硬件实现,下面通过实施方式进行描述。

[0030] 参见图1所示的一种ECG信号的并行分析装置的结构示意图;该装置包括:集成内存10、CPU11和GPU(Graphic Processing Unit,图形处理器)12,该集成内存10包括供CPU11使用的第一内存101和供GPU12使用的第二内存102,且CPU11可访问第二内存102;CPU11和GPU12通过集成内存10传输数据;

[0031] CPU11用于对接收到的ECG原始信号进行一级降噪处理,得到一级ECG信号;以及用于对GPU12提取出的特征数据进行异常心搏分类初筛处理,得到疑似异常心搏数据;

[0032] GPU12用于对一级ECG信号进行特征提取,得到特征数据;以及用于对一级ECG信号进行二级降噪处理,得到二级ECG信号,应用模板匹配分类方式对疑似异常心搏数据和二级ECG信号进行处理,得到最终异常心搏数据。

[0033] 上述CPU和GPU分别用于执行ECG信号分析中的不同任务,部分任务可以并行执行;例如,CPU进行异常心搏分类初筛处理时,GPU可以执行对一级ECG信号进行二级降噪处理。另外,由于CPU承担的任务量较大,对于计算量复杂的任务执行力较弱,而GPU为多核处理方式,可以采用并行的方式处理图像计算等计算量复杂的任务,或者具有固有并行特征的算法;根据任务的属性,对其执行的处理器进行合理分配可以提高ECG信号分析的效率;例如,上述特征提取步骤,该步骤通常需要图像识别、计算等,计算量大,将该步骤由GPU执行,可以大幅提高ECG信号分析的效率。

[0034] 上述集成内存可以通过存储芯片实现,其中的第一内存和第二内存可以通过软件的形式分割;上述第一内存可以用于存储ECG原始信号、一级ECG信号和疑似异常心搏数据等数据;上述第二内存可以用于存储一级ECG信号、特征数据、疑似异常心搏数据、最终异常心搏数据等数据。

[0035] 第一内存和第二内存可以通过复制和映射的方式进行数据传输;例如,集成内存可以将CPU存储于第一内存中的数据复制至第二内存,以及将GPU存储于第二内存中的数据的存储位置信息映射至第一内存。具体地,由于CPU既可以访问第一内存,也可以访问第二内存,因此,当CPU需要获取第二内存中的数据时,仅需要将该数据的在第二内存中的存储地址映射至第一内存,CPU根据映射的存储地址访问第二内存,进而获得相应的数据;由于GPU仅可以访问第二内存,当GPU需要获取第一内存中的数据时,集成芯片需要将该数据从第一内存复制到第二内存中,再由GPU读取。

[0036] 本公开实施方式提供的一种ECG信号的并行分析装置,其集成内存包括供CPU使用的第一内存和供GPU使用的第二内存;通过CPU对ECG原始信号进行一级降噪处理,并对GPU提取出的特征数据进行异常心搏分类初筛处理;通过GPU对一级降噪处理得到的一级ECG信号进行特征提取,并对该一级ECG信号进行二级降噪处理,再应用模板匹配分类方式对初筛处理得到的疑似异常心搏数据和二级降噪处理得到的二级ECG信号进行处理,得到最终的异常心搏数据。该方式中,由CPU和GPU共同处理ECG信号分析过程中的各项任务,GPU以并行处理方式完成复杂的计算任务,提高了ECG信号的分析效率,从而提高了ECG信号的分析反馈的及时性,同时降低了设备功耗,提高了用户体验度。

[0037] 进一步地,上述这种内存之间进行数据复制和映射的方式,相对于通过总线、通信线进行数据传输的方式,可以避免大量的数据传输,降低了数据从CPU端至GPU端的传输时长,进一步地提高了ECG信号的分析效率。

[0038] 参见图2所示的另一种ECG信号的并行分析装置的结构示意图;该装置在图1中所示装置基础上实现;该装置包括:集成内存10、CPU11和GPU12,该集成内存10包括供CPU11使用的第一内存101和供GPU12使用的第二内存102,且CPU11可访问第二内存102;CPU11和GPU12通过集成内存10传输数据。

[0039] 智能手机等移动终端具有高度集成的电路,将主要组件(如CPU、GPU、内存等)组合

到单个芯片中;该方式可以实现高带宽的数据传输;同时,超带宽的内存指标加速了内存和CPU/GPU之间的数据传输速度;另外,CPU和GPU内存集成在同一个芯片上,被嵌入式软件分开。在任务执行过程中,任务会发生转移,因此可以引入内存映射技术,将同一块物理内存映射到CPU和GPU的内存空间中,以减少或甚至避免数据传输。

[0040] 上述CPU具体包括:原始信号接收模块111,用于接收ECG原始信号,将ECG原始信号存储于第一内存;第一预处理模块112,用于加载第一内存的ECG原始信号进行一级降噪处理,得到一级ECG信号,将一级ECG信号存储于第二内存;第一异常心搏分类模块113,用于根据存储位置信息获取特征数据,按照设定的规则判定方式对特征数据进行异常心搏分类,得到疑似异常心搏数据,将疑似异常心搏数据存储于第二内存。

[0041] 上述原始信号接收模块可以与心电图传感器连接;该心电图传感器能感受心脏不同区域细胞的动作电位波形,并转换成可以输出的信号,该信号即为上述ECG原始信号。

[0042] 上述第一预处理模块可以包括IIR(Infinite Impulse Response,无限的脉冲响应)滤波器,用于对ECG原始信号进行滤波处理,得到一级ECG信号;当然,还可以通过其他滤波器实现,例如,FIR(Finite Impulse Response,有限长单位冲激响应)滤波器。由于IIR滤波器的紧耦合模式,难以实现并行化,因此,IIR滤波器在CPU中实现。第一预处理模块处理得到一级ECG信号后,通常将一级ECG信号首先存储至第一内存;由于后续的特征提取处理由GPU执行,因此,集成内存再将该一级ECG信号复制至第二内存,以供GPU获取。

[0043] 上述第一异常心搏分类模块可以从第一内存中获取预先制定好的规则判定方式,该规则判定方式可以以参数阈值的形式实现,例如,如果上述特征数据中的某个或者数个参数大于对应的阈值,则可初步确定该ECG信号存在异常,还可以根据阈值对异常的类型进行初步分类,得到疑似异常心搏数据,进而再将该疑似异常心搏数据进行保存。第一异常心搏分类模块处理得到疑似异常心搏数据,通常首先存储至第一内存;由于后续的疑似异常心搏数据再确认的处理由GPU执行,因此,集成内存再将该分类结果复制至第二内存,以供GPU获取。

[0044] 上述GPU具体包括:特征检测模块121,用于从第二内存加载一级ECG信号进行特征提取,得到特征数据;将特征数据存储于第二内存;第二预处理模块122,用于加载一级ECG信号进行二级降噪处理,得到二级ECG信号;第二异常心搏分类模块123,用于从第二预处理模块获取二级ECG信号,从第二内存获取疑似异常心搏数据,按照设定的模板匹配方式和二级ECG信号对疑似异常心搏数据进行再确认,得到最终异常心搏数据,将最终异常心搏数据存储于第二内存。

[0045] 上述特征检测模块可以通过多种特征提取算法实现,例如,机器学习、小波变换、形态学变换等;考虑到ECG信号的特殊性,为了兼顾ECG信号特征识别的准确性和高效性,本实施方式具体采用下述方式实现:具体地,该特征检测模块包括:(1)形态学变换单元,用于对还用于对一级ECG信号进行变换,输出形态学形式的ECG信号;(2)R波检测单元,用于对形态学形式的ECG信号进行R波检测,输出检测结果;(3)QRS波群检测,用于对检测结果进行QRS波群检测,输出包含有QRS波群的特征数据。

[0046] ECG信号中,R波为信号周期内首先出现的位于参考水平线以上的正向波;QRS波群包括R波、Q波、S波、R'波、S'波和QS波;通过检测这些波形的宽度、时距、振幅、形态等参数,可以获得多种特征数据。

[0047] 上述特征检测模块提取得到的特征数据通常保存在第二内存中；由于CPU可以访问第二内存，但需要将数据存储在第二内存的位置映射至第一内存；基于此，上述集成内存包括映射模块103，用于将特征数据以及最终异常心搏数据的存储位置信息映射至第一内存，以使CPU根据存储位置信息获取对应的数据。该方式可以使CPU较为快速地获得GPU处理得到的数据，避免了数据传输耗时，从而提高了ECG信号的分析效率。

[0048] 上述第二预处理模块可以包括伪迹去除单元，用于对一级ECG信号进行伪迹去除处理，得到二级ECG信号。通常，传感器从体表电极检测到的信号中含有不同类型的干扰，例如，工频干扰、基线漂移、电极接触噪声、肌电干扰和运动干扰等；这些干扰在ECG信号中形成伪迹，为了获得较为纯净的ECG信号，以提高后续特征检测、心搏异常识别的准确性，本实施方式采用上述伪迹去除单元对一级ECG信号进行伪迹去除处理。

[0049] 上述第二异常心搏分类模块一方面从第二预处理模块获取二级ECG信号，另一方面从第二内存获取疑似异常心搏数据，该疑似异常心搏数据预先从第一内存复制至第二内存；第二异常心搏分类模块通过无噪声信号的二级ECG信号生成QRS标准模板，再根据该标准模板纠正疑似异常心搏数据的错误判断的数据，生成最终异常心搏数据。该最终异常心搏数据保存至第二内存，并将该最终异常心搏数据在第二内存的地址映射至第一内存，以供CPU获取。该CPU获取到该最终异常心搏数据后，可以将该数据推送至用户终端、上传至云平台，或者进行其他处理。

[0050] 另外，还可以通过工作组大小、数据向量化运算和零内存复制技术进一步优化上述ECG信号的并行分析装置，提高分析效率。

[0051] 上述方式中，由CPU和GPU共同处理ECG信号分析过程中的各项任务，GPU以并行处理方式完成复杂的计算任务，提高了ECG信号的分析效率，从而提高了ECG信号的分析反馈的及时性，同时降低了设备功耗，提高了用户体验度。

[0052] 对应于上述装置实施方式，参见图3所示的一种ECG信号的并行分析方法的流程图；该方法应用于移动终端，该移动终端包括：集成内存、CPU和GPU，该集成内存包括供CPU使用的第一内存和供GPU使用第二内存，且CPU可访问第二内存；CPU和GPU通过集成内存传输数据。该方法包括如下步骤：

[0053] 步骤S302，CPU对接收到的ECG原始信号进行一级降噪处理，得到一级ECG信号；

[0054] 步骤S304，GPU对一级ECG信号进行特征提取，得到特征数据；

[0055] 步骤S306，CPU对特征数据进行异常心搏分类初筛处理，得到疑似异常心搏数据；

[0056] 步骤S308，GPU对一级ECG信号进行二级降噪处理，得到二级ECG信号；以及应用模板匹配分类方式对疑似异常心搏数据和二级ECG信号进行处理，得到最终异常心搏数据。

[0057] 本公开实施方式提供的一种ECG信号的并行分析方法，CPU对ECG原始信号进行一级降噪处理，GPU对一级降噪处理得到的一级ECG信号进行特征提取；CPU对提取出的特征数据进行异常心搏分类初筛处理，GPU对上述一级ECG信号进行二级降噪处理，再应用模板匹配分类方式对初筛处理得到的疑似异常心搏数据和二级降噪处理得到的二级ECG信号进行处理，得到最终的异常心搏数据。该方式中，由CPU和GPU共同处理ECG信号分析过程中的各项任务，GPU以并行处理方式完成复杂的计算任务，提高了ECG信号的分析效率，从而提高了ECG信号的分析反馈的及时性，同时降低了设备功耗，提高了用户体验度。

[0058] 参见图4所示的另一种ECG信号的并行分析方法的流程图；该方法在图3中所示方

法基础上实现;该方法由移动终端的CPU、集成内存中的第一内存、第二内存和GPU多方交互实现;其中,该第二内存也可以称为显存;该方法包括如下步骤:

- [0059] 步骤S402,CPU接收ECG原始信号,将ECG原始信号存储于第一内存;
- [0060] 步骤S404,CPU加载第一内存的ECG原始信号进行一级降噪处理,得到一级ECG信号;
- [0061] 步骤S406,CPU将一级ECG信号存储于第一内存;
- [0062] 步骤S408,集成内存将CPU存储于第一内存中的一级ECG信号复制至第二内存;
- [0063] 步骤S410,GPU从第二内存加载一级ECG信号进行特征提取,得到特征数据;
- [0064] 步骤S412,GPU将特征数据存储于第二内存;
- [0065] 步骤S414,集成内存将GPU存储于第二内存中的特征数据的存储位置信息映射至第一内存;
- [0066] 步骤S416,CPU根据存储位置信息获取特征数据,按照设定的规则判定方式对特征数据进行异常心搏分类,得到疑似异常心搏数据;
- [0067] 步骤S418,CPU将疑似异常心搏数据存储于第一内存;
- [0068] 步骤S420,集成内存将CPU存储于第一内存中的疑似异常心搏数据复制至第二内存;
- [0069] 步骤S422,GPU加载一级ECG信号进行二级降噪处理,得到二级ECG信号;为了充分利用CPU和GPU的异构计算资源,该方法中将心电信号进行伪迹去除的二级降噪处理,从特征提取前面调整至异常心搏再确认的前面。
- [0070] 步骤S424,GPU从第二内存获取疑似异常心搏数据,按照设定的模板匹配方式和二级ECG信号对疑似异常心搏数据进行再确认,得到最终异常心搏数据;
- [0071] 步骤S426,GPU将最终异常心搏数据存储于第二内存;
- [0072] 步骤S428,集成内存将GPU存储于第二内存中的最终异常心搏数据的存储位置信息映射至第一内存;
- [0073] 步骤S430,CPU获取最终异常心搏数据,将最终异常心搏数据上传至远端的医疗平台,以使该医疗平台根据最终异常心搏数据生成反馈报告;
- [0074] 步骤S434,CPU接收医疗平台基于最终异常心搏数据反馈的报告。
- [0075] 上述方式中,由CPU和GPU共同处理ECG信号分析过程中的各项任务,GPU以并行处理方式完成复杂的计算任务,提高了ECG信号的分析效率,从而提高了ECG信号的分析反馈的及时性,同时降低了设备功耗,提高了用户体验度。
- [0076] 对应于上述装置和方法实施方式,本公开实施方式还提供了一种移动终端,该移动终端包括上述ECG信号的并行分析装置。
- [0077] 本公开实施方式还提供了一种机器可读存储介质,该机器可读存储介质存储有机器可执行指令,该机器可执行指令在被处理器调用和执行时,机器可执行指令促使处理器实现上述ECG信号的并行方法,具体实现可参见方法实施方式,在此不再赘述。
- [0078] 本公开实施方式提供了一种ECG信号的并行分析装置、方法和移动终端,提出了一种利用移动图形处理单元(GPU)的新型并行自动ECG分析方式;与ECG信号的顺序分析方式相比,并行方式重组整个程序流,充分利用CPU/GPU异构计算资源,该方式可以大幅缩短24小时长ECG数据的执行时间;通过数据矢量化,工作组大小调整和零存储复制等各个方面的

优化,上述执行时间进一步缩短,反馈效率提升,提高了用户体验。此外,当将大量计算分配给GPU时,测试移动设备的平均功耗较小,缓解了移动设备电池工作时间有限的问题。

[0079] 在本申请所提供的几个实施方式中,应该理解到,所揭露的装置和方法,也可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施方式仅仅是示意性的,例如,附图中的流程图和框图显示了根据本公开的多个实施方式的装置、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或代码的一部分,所述模块、程序段或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意,在有些作为替换的实现方式中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个连续的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

[0080] 另外,在本公开各个实施方式中的各功能模块或单元可以集成在一起形成一个独立的部分,也可以是各个模块单独存在,也可以两个或两个以上模块集成形成一个独立的部分。

[0081] 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本公开的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)执行本公开各个实施方式所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0082] 最后应说明的是:以上所述实施方式,仅为本公开的具体实施方式,用以说明本公开的技术方案,而非对其限制,本公开的保护范围并不局限于此,尽管参照前述实施方式对本公开进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:任何熟悉本技术领域的技术人员在本公开揭露的技术范围内,其依然可以对前述实施方式所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改、变化或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本公开实施方式技术方案的精神和范围,都应涵盖在本公开的保护范围之内。因此,本公开的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

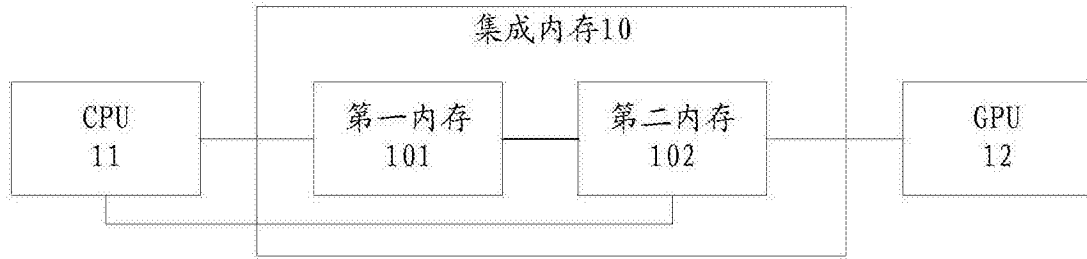


图1

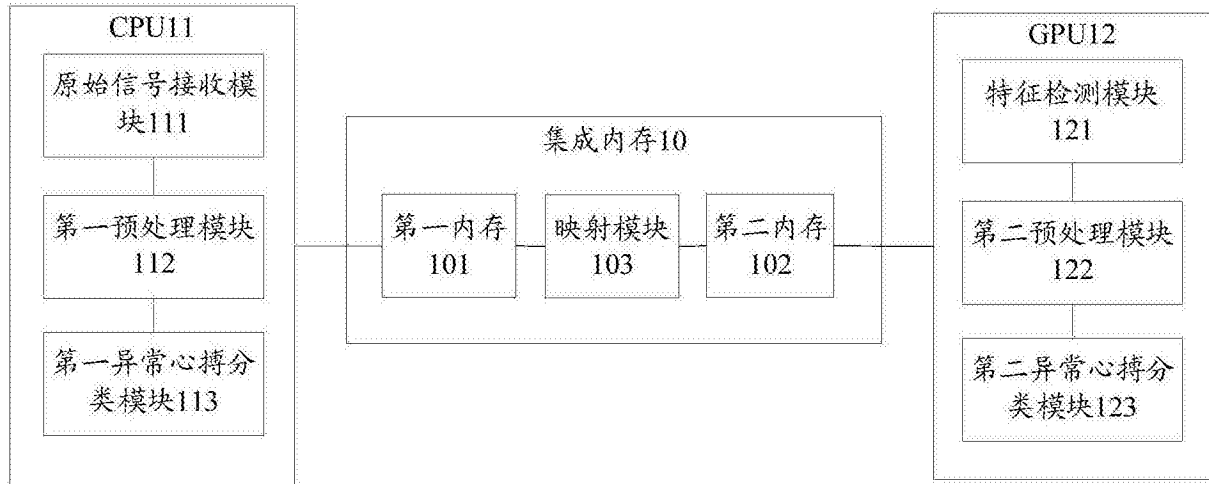


图2

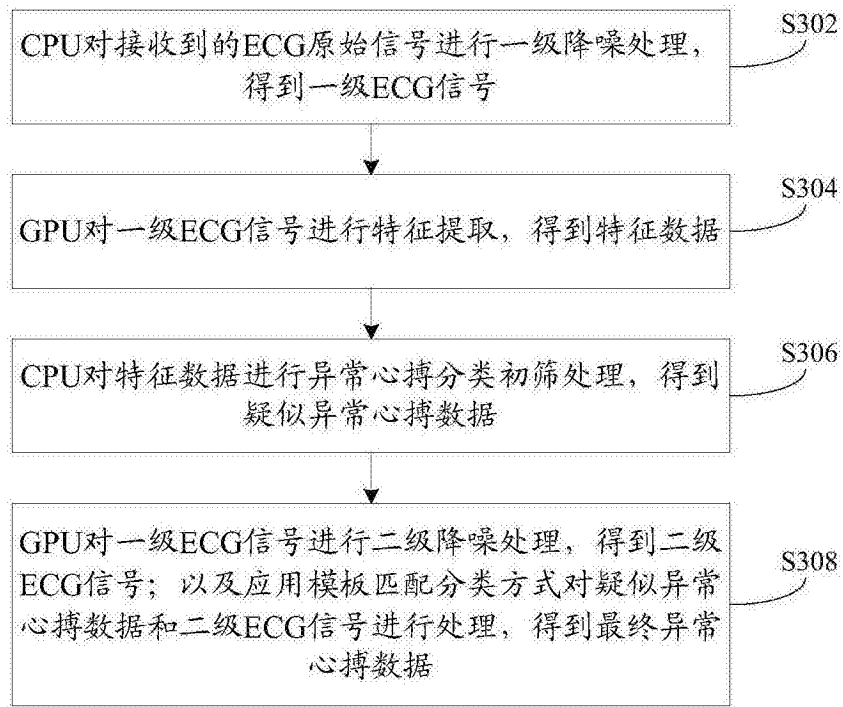


图3



图4

专利名称(译)	ECG信号的并行分析装置、方法和移动终端		
公开(公告)号	<a href="#">CN107958214A</a>	公开(公告)日	2018-04-24
申请号	CN201711169664.0	申请日	2017-11-21
[标]申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
申请(专利权)人(译)	中国科学院深圳先进技术研究院		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院深圳先进技术研究院		
[标]发明人	李焯 樊小毛 蔡云鹏 姚启航 杨玉洁		
发明人	李焯 樊小毛 蔡云鹏 姚启航 杨玉洁		
IPC分类号	G06K9/00 A61B5/0402 A61B5/04 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/04012 A61B5/0402 A61B5/7203 G06K9/0051		
代理人(译)	吴迪		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本公开提供了一种ECG信号的并行分析装置、方法和移动终端；其中，该装置包括：集成内存、CPU和GPU，该集成内存包括供CPU使用的第一内存和供GPU使用的第二内存，且CPU可访问第二内存；CPU对接收到的ECG原始信号进行一级降噪处理，得到一级ECG信号；还对GPU提取出的特征数据进行异常心搏分类初筛处理，得到疑似异常心搏数据；GPU对一级ECG信号进行特征提取，得到特征数据；还对一级ECG信号进行二级降噪处理，得到二级ECG信号，应用模板匹配分类方式对疑似异常心搏数据和二级ECG信号进行处理，得到最终异常心搏数据。本公开可以提高ECG信号的分析效率，从而提高ECG信号的分析反馈的及时性。

