



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105877698 A

(43)申请公布日 2016.08.24

(21)申请号 201610075771.6

(22)申请日 2016.02.03

(30)优先权数据

14/623,103 2015.02.16 US

(71)申请人 联发科技股份有限公司

地址 中国台湾新竹科学工业园区新竹市笃行一路一号

(72)发明人 古博文

(74)专利代理机构 北京万慧达知识产权代理有限公司 11111

代理人 田欣欣 吴桦

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/0205(2006.01)

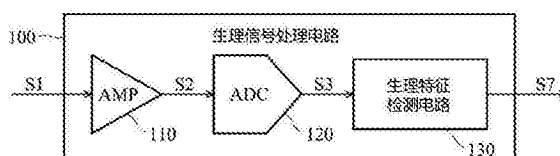
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

生理信号处理电路和方法

(57)摘要

本发明提供一种生理信号处理电路和方法。生理信号处理电路包含放大器、模数转换器以及生理特征检测电路。放大器用于放大用户的模拟生理信号以提供放大信号。模数转换器耦合于放大器,并用于将放大信号转换为数字信号。生理特征检测电路耦合于模数转换器,并用于由数字信号中检测用户的生理特征以便提供输出信号。本发明的生理信号处理电路至少具有减少数据传输量、减少内存使用和减少处理器计算和功耗的优点。因此,本发明适合应用于包含有限电力电池的多种移动电子设备。



1. 一种生理信号处理电路,其特征在于,包括:
放大器,放大用户的模拟生理信号以提供放大信号;
模数转换器,耦合于所述放大器,并将所述放大信号转换为数字信号;以及
生理特征检测电路,耦合于所述模数转换器,用于由所述数字信号中检测所述用户的生理特征以便提供输出信号。
2. 如权利要求1所述的生理信号处理电路,其特征在于,所述模拟生理信号为光电容积图信号或心电图信号。
3. 如权利要求2所述的生理信号处理电路,其特征在于,所述输出信号包括两个连续心跳之间的周期和有关心跳的特定时间点之一。
4. 如权利要求1所述的生理信号处理电路,其特征在于,所述输出信号的数据率低于所述数字信号的数据率。
5. 如权利要求1所述的生理信号处理电路,其特征在于,所述用户的生理特征为心率、心跳间隔和心跳时刻之一。
6. 如权利要求1所述的生理信号处理电路,其特征在于,进一步包括:
处理器;以及
数据存储单元,用于存储所述输出信号,其中当触发条件发生时,所述处理器被触发以处理存储于所述数据存储单元中的所述输出信号。
7. 如权利要求1所述的生理信号处理电路,其特征在于,生理特征检测电路包括:
滤波器,对所述数字信号进行滤波以在第一信号域内提供滤波信号;以及
后置滤波处理电路,处理所述滤波信号以在第二信号域内提供中间信号。
8. 如权利要求7所述的生理信号处理电路,其特征在于,所述生理特征检测电路进一步包括:
峰值检测电路,在所述中间信号中检测局部峰值以提供多个数据点;以及
决策电路,选择所述多个数据点的一部分作为多个心跳点,其中所述多个心跳点用于产生所述输出信号。
9. 如权利要求1所述的生理信号处理电路,其特征在于,所述生理特征检测电路进一步耦合于数据传输单元,以通过有线或无线通信链路将所述输出信号传输至设备。
10. 如权利要求1所述的生理信号处理电路,其特征在于,所述输出信号的数据率小于所述数字信号数据率的0.03倍。
11. 一种用于处理生理信号的方法,其特征在于,包括步骤:
放大用户的模拟生理信号以提供放大信号;
将所述放大信号转换为数字信号;以及
由所述数字信号中检测所述用户的生理特征以便提供输出信号。
12. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,所述模拟生理信号为光电容积图信号或心电图信号。
13. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,所述输出信号通知两个相邻心跳之间的周期和有关心跳的特定时间点之一。
14. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,所述输出信号的数据率低于所述数字信号的数据率。

15. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,所述用户的生理特征为心率、心跳间隔和心跳时刻之一。

16. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,进一步包括:

将所述输出信号存储至数据存储单元内;以及

当触发条件发生时,处理存储于所述数据存储单元中的所述输出信号。

17. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,进一步包括:

对所述数字信号进行滤波以在第一信号域内提供滤波信号;以及

处理所述滤波信号以在第二信号域内提供中间信号。

18. 如权利要求17所述的方法,其特征在于,进一步包括

在所述中间信号中检测局部峰值以提供多个数据点;以及

根据决策规则选择所述多个数据点的一部分作为多个心跳点,其中所述多个心跳点用于产生所述输出信号。

19. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,进一步包括:

通过有线或无线通信链路将所述输出信号传输至设备。

20. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,所述输出信号的数据率小于所述数字信号数据率的0.03倍。

生理信号处理电路和方法

技术领域

[0001] 本发明通常涉及一种生理信号处理,尤其涉及一种生理信号处理电路和方法。

背景技术

[0002] 由于技术进步,移动电子设备在人们的生活中扮演着越来越重要的角色。一些移动电子设备,比如智能运动手环,可以自动采集用户的生理数据,并将数据传输到其他设备以便进一步处理。然而,低功耗、低计算复杂度和低数据处理量是移动设备的一些值得期待的特性。存在着设计一种新颖的生理信号处理设备以便克服这些问题的需求。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明提供一种生理信号处理电路和方法。

[0004] 在一个典型实施例中,公开内容针对生理信号处理设备,包括:放大器,放大用户的模拟生理信号以提供放大信号;模数转换器,耦合于放大器,并将放大信号转换为数字信号;生理特征检测电路,耦合于模数转换器,并由数字信号中检测用户的生理特征以便提供输出信号。

[0005] 在一些实施例中,模拟生理信号为光电容积图信号或心电图信号。在一些实施例中,输出信号包括两个连续心跳之间的周期和有关心跳的特定时间点之一。在一些实施例中,输出信号的数据率低于数字信号的数据率。在一些实施例中,用户的生理特征为心率、心跳间隔和心跳时刻之一。在一些实施例中,生理信号处理电路进一步包括:处理器;用于存储输出信号的数据存储单元,其中,当触发条件发生时,处理器被触发以处理存储于数据存储单元中的输出信号。在一些实施例中,其中,生理特征检测电路包括:滤波器,对数字信号进行滤波以在第一信号域中提供滤波信号;后置滤波处理电路,处理滤波信号以在第二信号域中提供中间信号。在一些实施例中,生理特征检测器进一步包括:峰值检测电路,在中间信号中检测局部峰值以提供多个数据点;决策电路,选择多个数据点的一部分作为多个心跳点,其中多个心跳点用于产生输出信号。在一些实施例中,生理特征检测电路进一步耦合于数据传输单元以通过有线或无线通信链路将输出信号传输至设备。在一些实施例中,生理特征检测电路进一步耦合于用于存储输出信号的数据存储单元,比如静态随机存取存储器或动态随机存取存储器。在一些实施例中,输出信号的数据率小于数字信号的数据率的0.03倍。

[0006] 在另一典型实施例中,公开内容针对用于处理生理信号的方法,包括步骤:放大用户的模拟生理信号以提供放大信号;将放大信号转换为数字信号;由数字信号中检测用户的生理特征以便提供输出信号。

[0007] 本发明的生理信号处理电路至少具有减少数据传输量、减少内存使用和减少处理器计算和功耗的优点。因此,本发明适合应用于包含有限电力电池的多种移动电子设备。

附图说明

- [0008] 本发明可以通过阅读随后的详细说明和根据附图给出的示例而被更好地理解,其中:
- [0009] 图1是根据本发明实施例的生理信号处理电路的图示;
- [0010] 图2是根据本发明实施例的处理电路的图示;
- [0011] 图3A是根据本发明实施例的数字信号波形的图示;
- [0012] 图3B是根据本发明实施例的滤波信号和中间信号的波形的图形;
- [0013] 图3C是根据本发明实施例的输出信号的选择和生成的图示;
- [0014] 图4是根据本发明实施例的可穿戴设备的图示;
- [0015] 图5是根据本发明实施例的用于处理生理信号的方法的流程图。

具体实施方式

- [0016] 为了阐述本发明的目的、特征和优点,以下详细展示本发明的实施例和附图。
- [0017] 图1是根据本发明实施例的生理信号处理电路100的图示。如图1所示,生理信号处理电路100至少包含放大器(AMP)110,模数转换器(ADC)120和生理特征检测电路130。生理信号处理电路100可以为应用于移动设备中的独立的集成电路(IC)芯片,所述移动设备比如为智能手机、平板电脑、笔记本电脑或可穿戴设备。放大器110用于放大用户的模拟生理信号S1以提供放大信号S2。模拟生理信号S1可以为与人体相关的自然信号,比如心跳、脉搏或血压,其可能已经被其他电路预处理过。例如,模拟生理信号S1可以为光电容积图(PPG)信号或心电图(ECG)信号。模数转换器120耦合于放大器110,且用于执行采样处理并将放大信号S2转换为数字信号S3。例如,数字信号S3可以包含原始数据,比如代表心跳时间和幅度的多个比特。生理特征检测电路130耦合于模数转换器120,且用于由数字信号S3中检测用户的生理特征以便提供输出信号S7。输出信号S7为有益的用户生理特征。例如,用户生理特征可以为心率、心跳间隔和心跳时刻之一。输出信号S7还可以例如包含两个连续心跳之间的周期和有关心跳的特定时间点之一。此外,两个相邻心跳之间的周期可以进一步通过使用除法器(未示出)被转换为心率。由于输出信号S7是通过处理数字信号S3而生成的,输出信号S7内需要传输的数据量得以显著地减少,输出信号S7的数据率大大低于未处理数字信号S3的数据率。生理信号处理电路100可以传输输出信号S7至其他外部设备,而非传输包含原始数据的原始数字信号S3,以便所需数据率和功耗可以被有效改善。生理信号处理电路100的生理特征检测电路130可以帮助减少外部设备的计算负担。外部设备可以例如处理器。一方面,处理器可以以更低的数据率而消耗更少的功率。另一方面,由于生理特征检测电路130执行处理器的一些工作,处理器可以进入一些休眠模式以节约更多的功率。生理信号处理电路100的详细操作将在随后的附图和实施例中描述。应当理解这些实施例仅为示例性的,它们并非用于限制本发明的范围。
- [0018] 图2为根据本发明实施例的生理特征检测电路130的图示。在图2的实施例中,生理特征检测电路130包含一个或多个以下部件:滤波器132、后置滤波处理电路134、峰值检测电路136和决策电路138。图3A为根据本发明实施例的数字信号S3波形的图示。在模拟生理信号S1被放大和数字化之后,生成的数字信号S3包含与人体生理信息相关的原始数据。例如,如果模拟生理信号S1为光电容积图(PPG)信号或心电图(ECG)信号,数字信号S3的原始数据可以包含代表时域波形的多比特,所述时域波形包含正被监测的人体心跳的直流电

(DC)幅度和交流电(AC)幅度。

[0019] 滤波器132用于对数字信号S3进行滤波并在第一信号域中提供滤波信号S4。例如,滤波器132可以用(数字)低通滤波器来实现,且滤波信号S4可以仅包含数字信号S3的低频成分。例如,滤波器132可以用低通滤波器和高通滤波器的组合来实现,且滤波信号S4可以仅包含数字信号S3的中间频率成分。第一信号域可以为第一时域,所述第一时域包含信号幅度信息。低通滤波器可以移除高频噪声。高通滤波器可以移除低频DC变化,并减少信号比特数目。例如,如果数字信号S3具有16比特,滤波信号S4可以仅具有12比特。后置滤波处理电路134用于处理滤波信号S4并在第二信号域中提供中间信号S5。例如,后置滤波处理电路134用微分单元来实现,且中间信号S5可以包含滤波信号S4的一阶导数或二阶导数。第二信号域可以为第二时域,所述第二时域包含信号斜率、信号最大点、信号最小点和/或信号绝对值的信息。图3B是根据本发明实施例的滤波信号S4和中间信号S5的波形的图形。应当理解,实际上滤波信号S4和中间信号S5的波形为数字和离散的,它们以模拟和连续的方式来表示以便读者可以更容易地理解。在图3B的实施例中,中间信号S5为滤波信号S4的一阶导数。在可选实施例中,可以做出调整以便中间信号S5为一阶导数的绝对值或滤波信号S4的二阶导数。

[0020] 峰值检测电路136用于在中间信号S5中检测局部峰值,并用于提供多数据点S6。请参考图3B。每个数据点S6可以等同于各自的中间信号S5的局部最大或最小点。通常,中间信号S5的局部最大点可以代表心脏的收缩点,且这些点可以通过峰值检测电路136来采集以便形成数据点S6。

[0021] 决策电路138用于根据决策规则通过拾取数据点S6来生成输出信号S7。输出信号S7可以仅包含拾取的数据点S6。例如,决策电路138可以根据决策规则来选择数据点S6的一部分作为多心跳点,且心跳点可以用于产生输出信号S7。在一些实施例中,拾取的心跳点信息与其对应的的时间信息相结合,以便每两个数据点S6时间的间隔可以被计算。图3C是根据本发明实施例的输出信号S7的选择和生成的图示。在图3C的实施例中,决策电路138的选择过程和决策规则包含操作:(1)确定各个数据点S6是否高于阈值TH;(2)确定两个相邻数据点S6之间的各个间隔长于最短合理长度LL;以及(3)确定两个相邻数据点S6之间的各个间隔是否短于最长合理长度LH。如果前述条件(1)、(2)和(3)全部满足,相应数据点S6的相应数据点将被确定为通过了拾取过程,并将被选择为心跳点(及拾取的数据点)以便产生输出信号S7。否则,相应数据点S6将被放弃且不形成输出数据S7的任何部分。决策电路138用于移除明显不合理的数据点S6。例如,由于正常人的心率具有大约每分钟200跳的上边界,两个相邻数据点S6之间的间隔小于0.3秒是明显不合理的,且两个相邻数据点需要被再次拾取或仅仅放弃。此外,关于输出信号S7的相应的S6可以用于更新阈值TH。例如,随着S6幅度的增加,阈值TH可以被更新;这可以被表述为 $TH_{new} = TH_{cur} + (magS6 - TH_{cur}) * aIpha$,其中 TH_{new} 为更新的TH值, TH_{cur} 为当前TH, $magS6$ 为关于输出信号S7最新数据点的相应的S6的幅度, $aIpha$ 为比例因子,例如0.5。这是因为数字信号S3的幅度可以由于一些环境变化而随时间变化。随着数字信号S3幅度的增加,输出信号S6的幅度也增加;因此固定阈值TH可能在一些情况下产生低下的性能。

[0022] 在可选实施例中,滤波器132和后置滤波处理电路134被结合为单一滤波器,且滤波信号S4、中间信号S5和数据点S6被当做单一内部信号。

[0023] 图4是根据本发明实施例的可穿戴设备400的图示。本发明并不限制可穿戴设备400的类型。例如,可穿戴设备400可以为用于人体440的智能手表或运动腕带。在图4的实施例中,可穿戴设备400包含一个或多个以下部件:显示设备450、电池460、生理信号处理电路470、光源480、光传感器485、处理器490和数据传输单元495。显示设备450可以为液晶显示器(LCD)。电池460用于向可穿戴设备400中的每个部件提供电力。生理信号处理电路470的详细结构和操作已经在图1、2和3A-3C中作为生理信号处理电路100而详细描述。与以上实施例的不同在于生理信号处理电路470进一步包含偏置控制器140。注意,生理信号处理电路470可以在独立IC上制造或与图4中所列出的其他部件结合。在一些实施例中,生理特征检测电路130进一步耦合于数据存储单元145,比如静态随机存取存储器(SRAM)或动态随机存取存储器(DRAM)。数据存储单元145是可选的,且用于临时存储输出信号S7。当触发条件发生时,处理器490被触发以处理存储于数据存储单元145内的输出信号S7。在一些实施例中,处理器490周期性地(例如每1分钟)检测数据存储单元145的容量,并当数据存储单元145的容量小于预定值时读取存储于数据存储单元145内的数据。在可选实施例中,处理器490以特定频率(例如每3分钟)读取存储于数据存储单元145内的数据。在其他实施例中,当数据存储单元145通知处理490时,处理器490存储于数据存储单元145内的数据。

[0024] 光源480由偏置控制器140控制,并用于向人体440发光。例如,光源480可以包含用于以预定频率生成光的发光二极管(LED)。作为回应,光传感器485用于接收来自人体440的反射或透射光,并生成模拟生理信号S1。例如,通过人体440(例如手指或手腕)的透射光可以在心动周期的心脏收缩期内具有相对较强的强度,而在心脏舒张期内具有相对较弱的强度。透射光可以由光传感器485来检测以便形成光电容积图(PPG)信号(模拟生理信号S1)。生理信号处理电路470用于处理来自光传感器485的模拟生理信号S1并生成输出信号S7。处理器490可以独立于生理信号处理电路470并用于进一步处理来自生理信号处理电路470的输出信号。例如,处理器490可以获得根据输出信号S7的用户(人体440)的生理特征。数据传输单元495耦合于生理信号处理电路470的生理特征检测电路130,并用于将输出信号S7通过有线或无线通信链路传输至外部设备(未示出)。例如,有线通信链路可以包含内部集成电路(I2C)总线或服务提供者接口(SPI),无线通信链路可以包含蓝牙或Wi-Fi无线连接。当可穿戴设备用智能手表来实现,其可以检测用户的生理信号并将处理的数字信号传输至外部设备,以便外部设备可以以不同方式与用户相互作用。例如,外部设备可以用作通过可穿戴设备400采集必要信息的睡眠监测器或用户健康检测器。由于可穿戴设备400仅传输已经处理过的输出信号S7,可穿戴设备400和与其相关的外部设备之间的数据传输量被显著减少,且整个系统的功耗也被改善。此外,由于处理器490不得不做出较少的计算,其可以被关闭或进入休眠模式以节约更多的电力。

[0025] 图5是根据本发明实施例的用于处理生理信号的方法的流程图。在步骤510中,用户的模拟生理信号被放大以提供放大信号。在步骤520中,放大信号被转换为数字信号。在步骤530中,由数字信号中检测用户的生理特征以便提供输出信号。应当理解,以上步骤无需按照顺序执行,图1-4实施例的一个或多个特征可以应用于图5的方法。

[0026] 本发明的生理信号处理电路包含处理电路,因此其可以处理复杂的原始数据(即数字信号)并随后传输处理数据(即输出信号)。由于这种设计,被传输的数据量和整个系统的功耗都将被有效改善。例如,如果模数转换器的采样率为125Hz且每个采样点以22比特记

录,没有处理电路进行处理,所需的数据传输速率将为每秒2750($125 \times 22 = 2750$)比特。然而,如果采用本发明且仅传输处理数据,假定人体的心率最高为每分钟200跳,且每个心跳以24比特记录,所需的数据传输速率将为每秒80($200 \div 60 \times 24 = 80$)比特。换句话说,通过使用本发明,处理数据(即输出数据)的数据率小于原始数据(即数字信号)的数据率的0.03倍。本发明的生理信号处理电路至少具有减少数据传输量、减少内存使用和减少处理器计算和功耗的优点。因此,本发明适合应用于包含有限电力电池的多种移动电子设备。

[0027] 本发明的方法或特定方面或其中的部分可以采用包含在有形介质内的程序代码(即可执行指令)的形式,比如软盘、CD-ROMS、硬盘驱动器或其他任何机器可读的存储介质,其中,当程序代码被载入并由机器(比如电脑)执行时,机器由此变为实施方法的装置。方法也可以呈现为通过一些传输介质进行传输的程序代码形式,比如电线或电缆,通过光纤或通过任何其他传输形式,其中当程序代码被接收、载入并由机器(比如电脑)执行时,及其变为用于实施所公开方法的装置。当在通用处理器上执行时,程序代码与处理器相结合以提供独特的装置,所述独特的装置类似地操作特定应用逻辑电路。

[0028] 在权利要求中使用顺序术语(比如“第一”、“第二”、“第三”等)以修饰权利要求元素,其本身并不意味着一个权利要求元素相对于另一权利要求元素的任何优先级、优先序或顺序,也不意味着所执行方法行为的时间顺序,而是仅用作对具有特定名称的一个权利要求元素与具有相同名称(如果没有使用顺序术语)的另一权利要求元素的进行区分,以便区分这些权利要求元素。

[0029] 然而,本发明通过示例和根据优选实施例而得以描述,其应当被理解为本发明并非受限于所公开的实施例。相反,其意于覆盖不同修改和类似布置(因为对本领域技术人员是显而易见的)。因此,待决权利要求的范围应当符合宽泛的解释以便包含所有此类修改和类似布置。

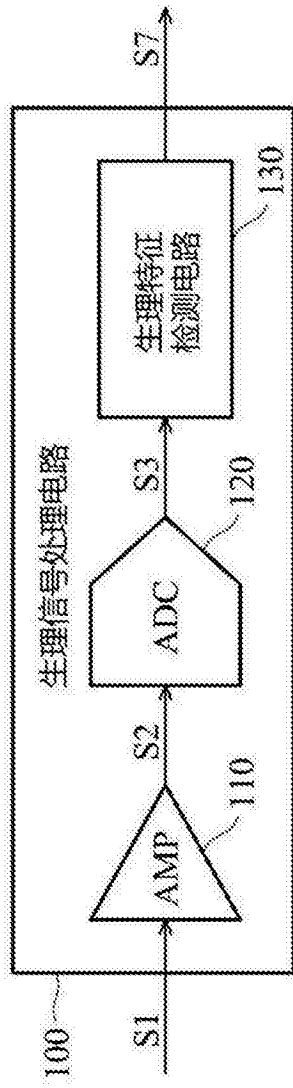


图1

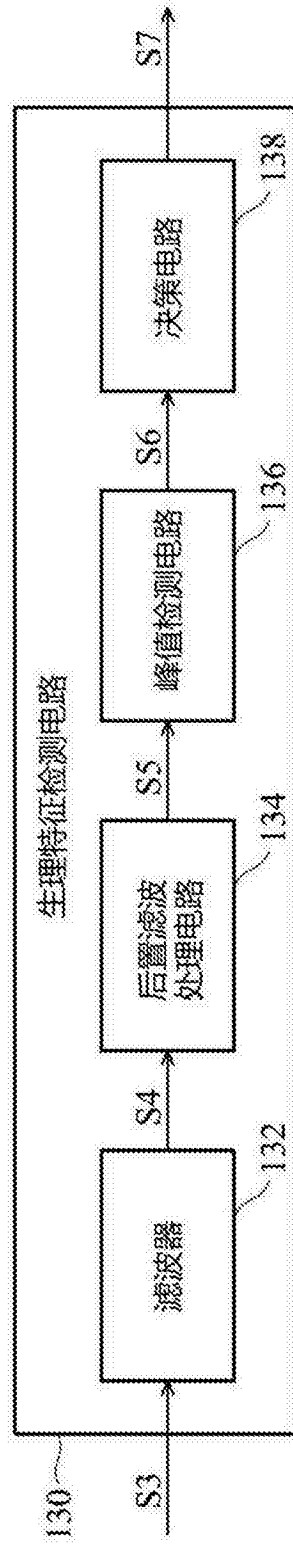


图2

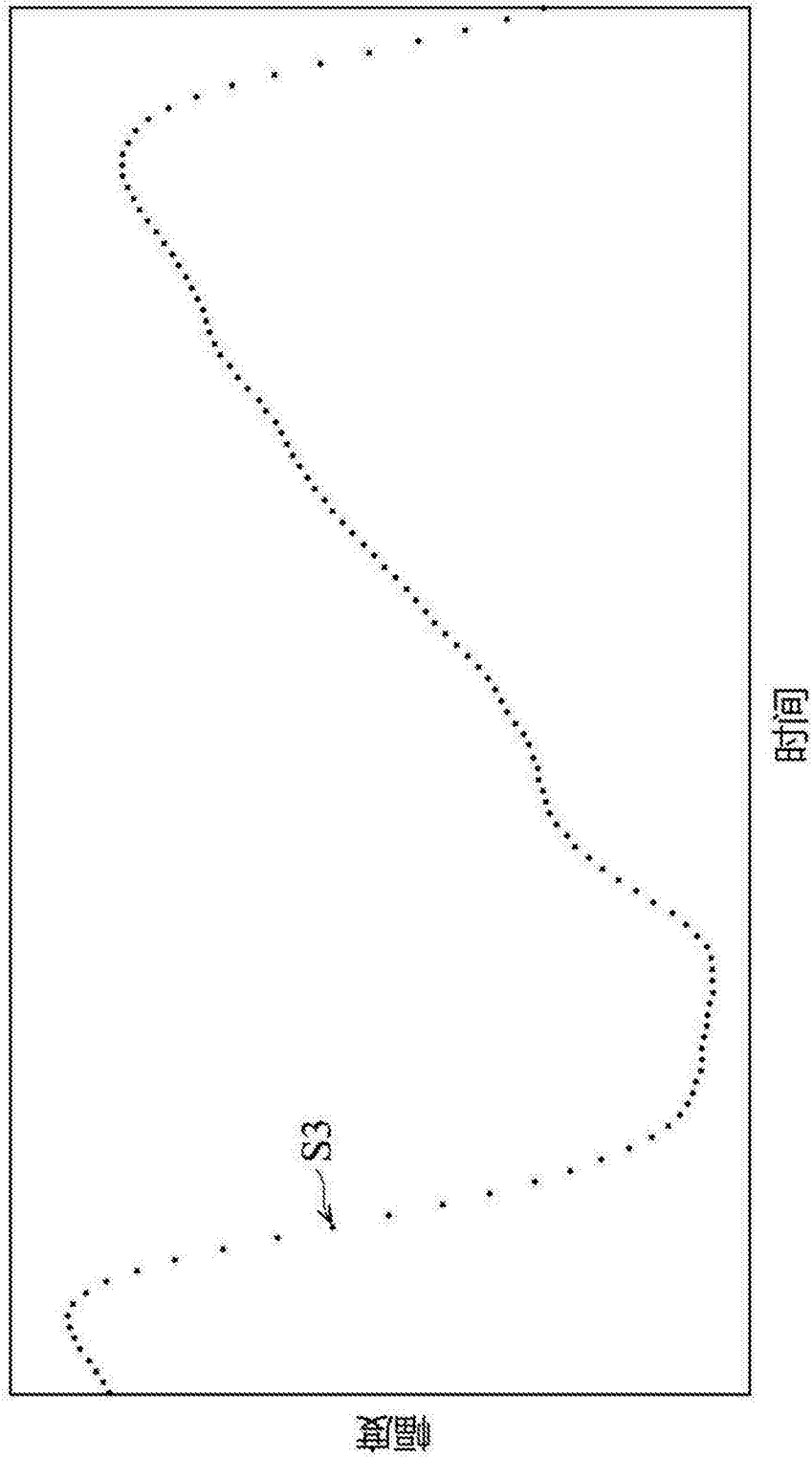


图3A

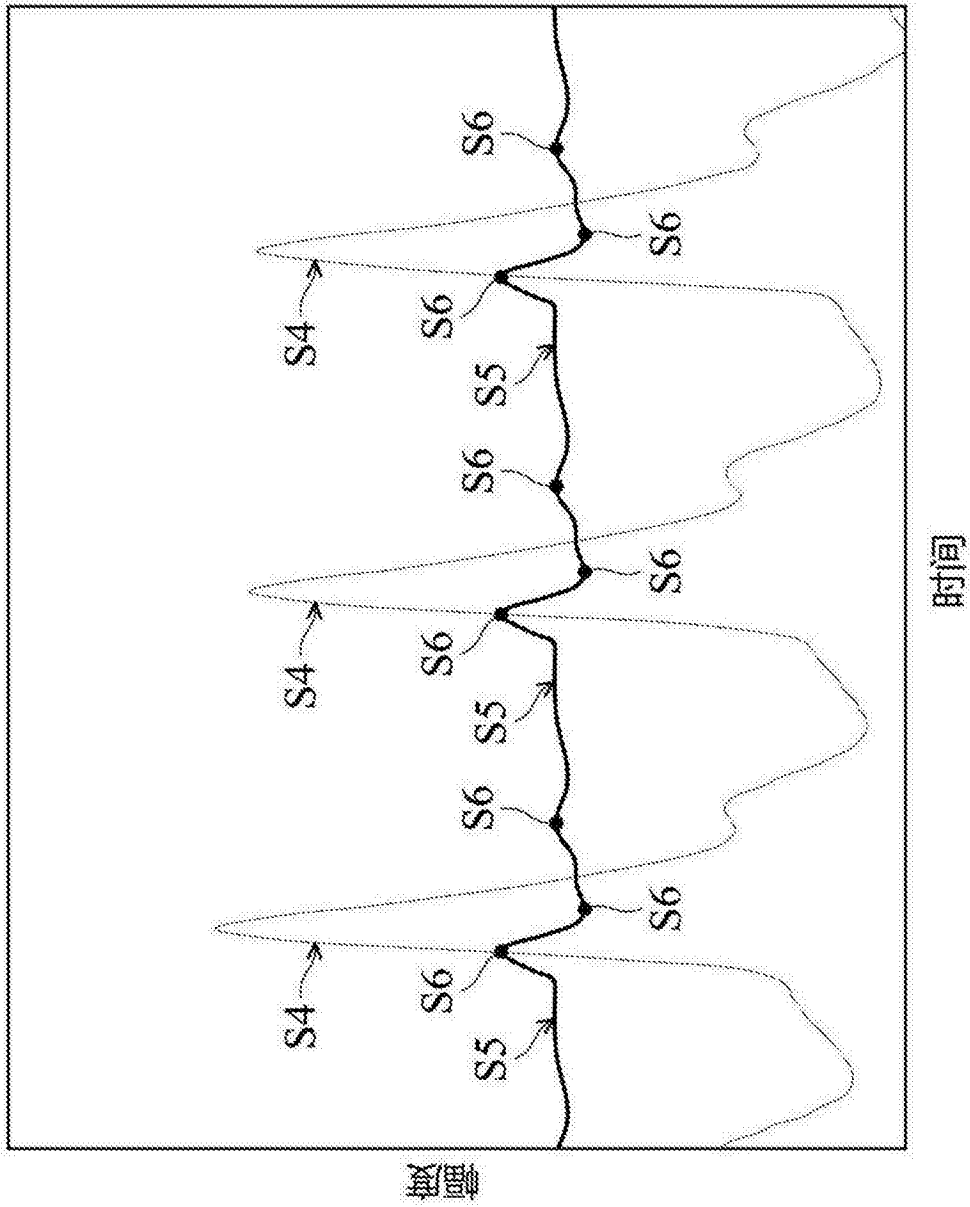


图3B

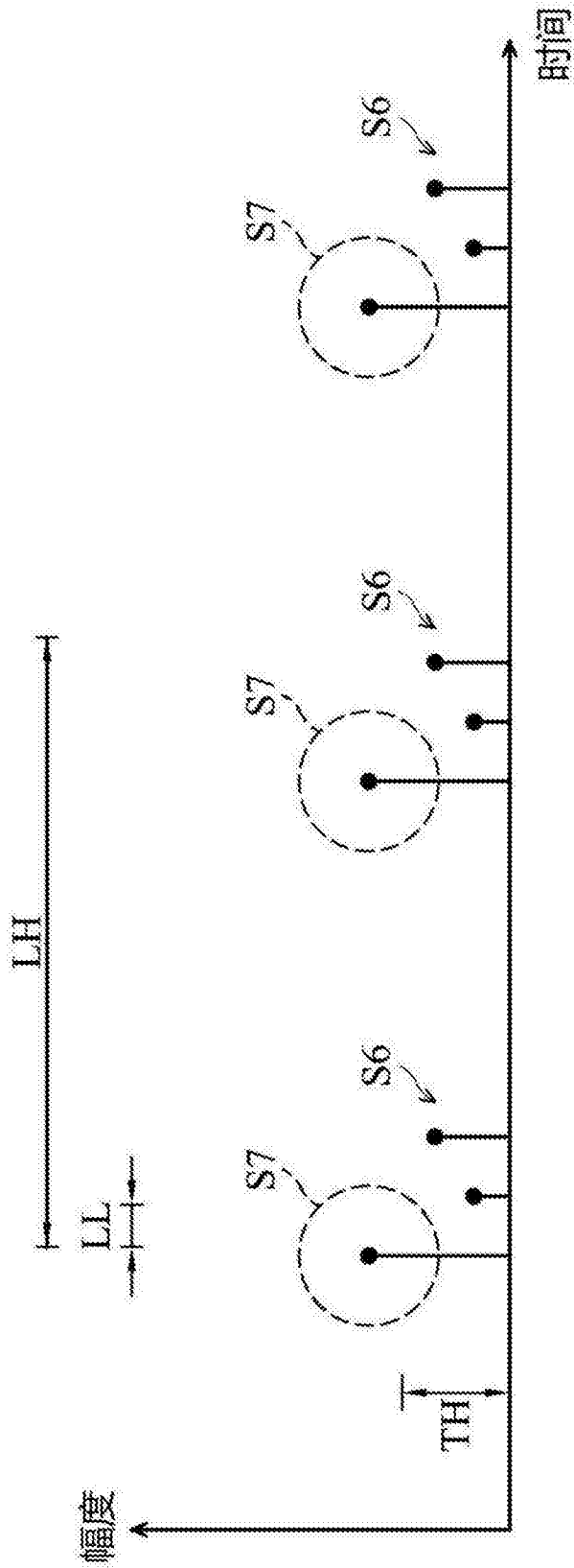


图3C

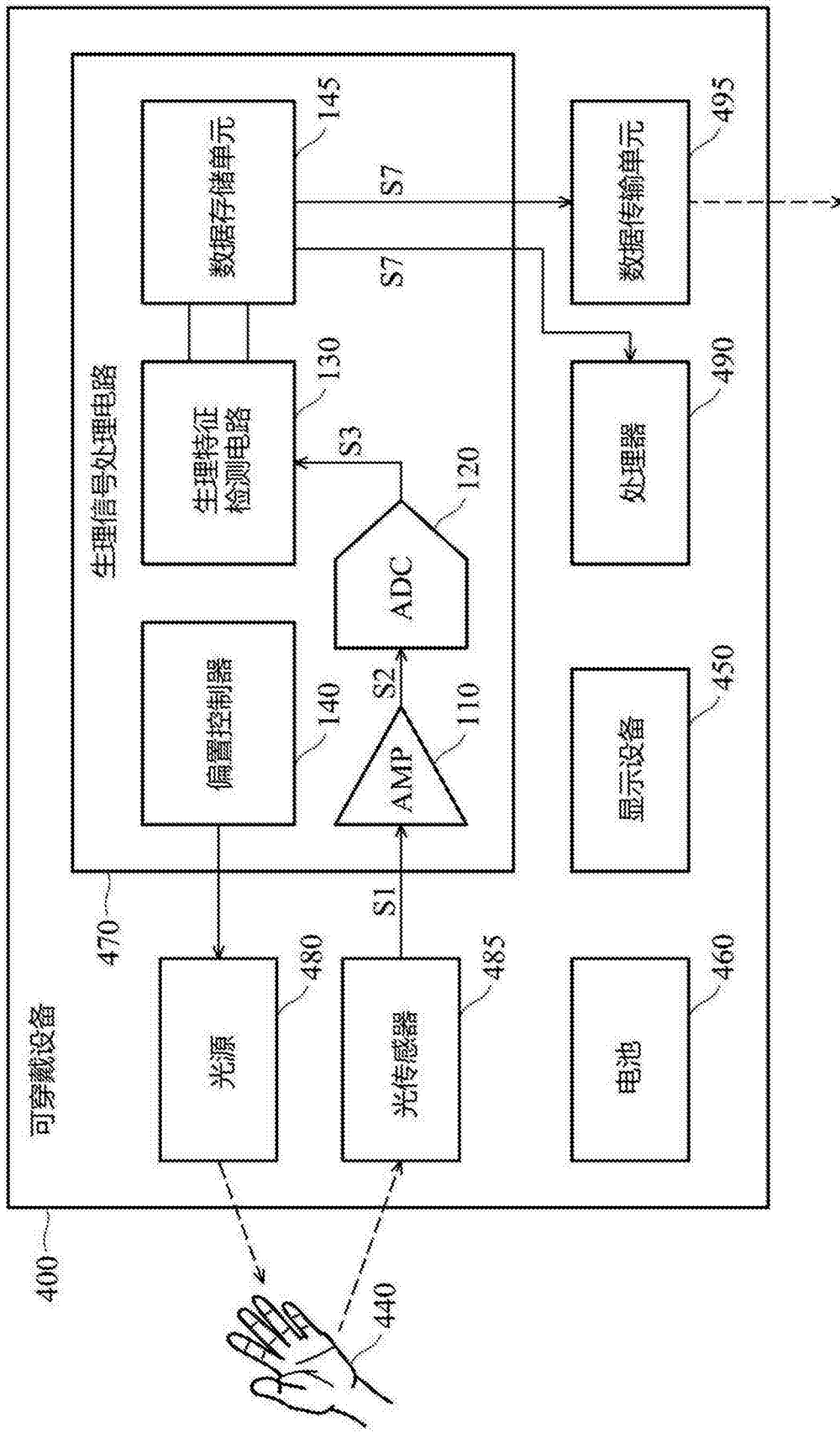


图4

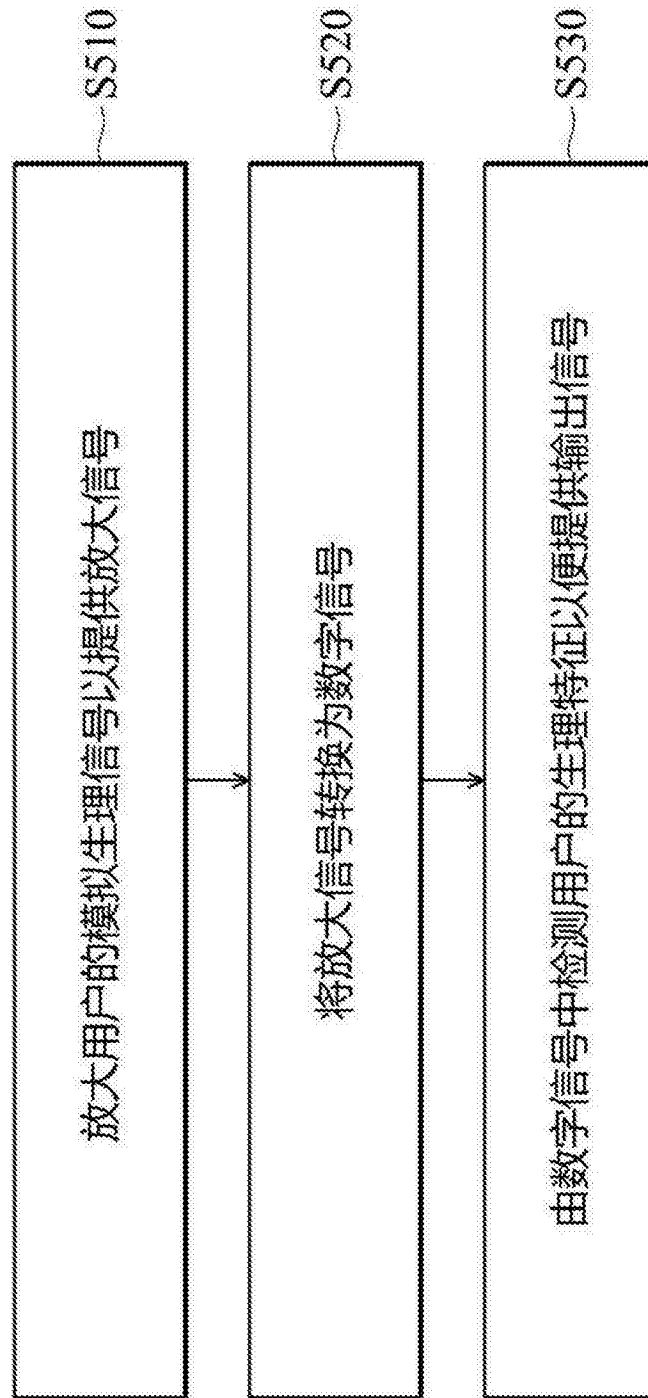


图5

专利名称(译)	生理信号处理电路和方法		
公开(公告)号	CN105877698A	公开(公告)日	2016-08-24
申请号	CN201610075771.6	申请日	2016-02-03
[标]申请(专利权)人(译)	联发科技股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	联发科技股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	联发科技股份有限公司		
[标]发明人	古博文		
发明人	古博文		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/0205		
CPC分类号	A61B5/04012 A61B5/0006 A61B5/024 A61B5/02416 A61B5/0245 A61B5/0402 A61B5/0428 A61B5/0452 A61B5/725 A61B5/7225 A61B5/0015 A61B5/0205		
代理人(译)	田欣欣 吴桦		
优先权	14/623103 2015-02-16 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种生理信号处理电路和方法。生理信号处理电路包含放大器、模数转换器以及生理特征检测电路。放大器用于放大用户的模拟生理信号以提供放大信号。模数转换器耦合于放大器，并用于将放大信号转换为数字信号。生理特征检测电路耦合于模数转换器，并用于由数字信号中检测用户的生理特征以便提供输出信号。本发明的生理信号处理电路至少具有减少数据传输量、减少内存使用和减少处理器计算和功耗的优点。因此，本发明适合应用于包含有限电力电池的多种移动电子设备。

