



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105611872 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 25

(21) 申请号 201480055564. 3

(22) 申请日 2014. 09. 25

(30) 优先权数据

13195332. 5 2013. 12. 02 EP

(66) 本国优先权数据

PCT/CN2013/084909 2013. 10. 09 CN

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 04. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2014/064828 2014. 09. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/052609 EN 2015. 04. 16

(71) 申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 王进 J·步

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 李光颖 王英

(51) Int. Cl.

A61B 5/0452(2006. 01)

A61B 5/00(2006. 01)

A61B 5/024(2006. 01)

G06F 19/00(2011. 01)

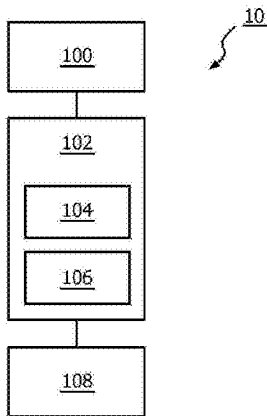
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

用于评估多通道 ECG 信号的装置和方法

(57) 摘要

提供了一种用于 ECG 信号的评估方法,所述方法包括以下步骤:a)借助于多导联 ECG 设备获得在第一预定时间段上的对象的多通道 ECG 信号;b)从所述多通道 ECG 信号中提取多个第一参数;c)基于所述多个第一参数来评估所述多通道 ECG 信号的质量;并且 d)经由用户接口呈现用于指示所述 ECG 信号的所述质量的指示符。还提供了一种 ECG 信号评估装置、一种 ECG 信号采集装置、一种 ECG 信号评估系统和一种计算机程序。本发明的 ECG 信号评估方法、装置、系统和计算机程序能够改进对 ECG 信号的质量的评估的准确性,并且降低对 ECG 信号的质量的评估的计算复杂性。



1. 一种评估多通道ECG信号的无创方法,包括以下步骤:

- 借助于多导联ECG设备获得(211)在第一预定时间段上的对象的多通道ECG信号;
- 从所述多通道ECG信号中提取(212)多个第一参数;
- 基于所述多个第一参数来评估(213)所述多通道ECG信号的质量;并且
- 经由用户接口来呈现(214)用于指示所述ECG信号的所述质量的指示符。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括以下步骤:

- 确定所述ECG信号的所述质量是否满足预定度量,
- 如果所述ECG信号的所述质量满足所述预定度量,则将所述ECG信号递送至服务器。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述多个第一参数对所述多通道ECG信号的随时间信号变化以及所述多通道ECG信号的通道间相关性进行定性。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,评估(213)所述多通道ECG信号的步骤还包括:从所述多个第一参数中获得至少一个第二参数的步骤,以及基于一个或多个所述第二参数来评估所述ECG信号的所述质量的步骤;

所述至少一个第二参数的数量小于所述多个第一参数的数量。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,评估所述ECG信号的所述步骤包括借助于分类器(612)关于所述ECG信号的所述质量将所述ECG信号分类为两个或更多个类。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述分类器(612)是基于多个多导联ECG信号和所述多个多导联ECG信号中的每个的各自预定类别而被训练(601)的。

7. 根据权利要求1至5中的任一项所述的方法,其中,评估(213)的步骤包括将所述第一参数的向量映射到由一个或多个所述第二参数的向量组成的空间中,并且基于经映射的向量的分布来确定所述ECG信号的所述质量。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述多个第一参数是通过计算以下基本指数的平均值和/或偏差来计算出的:(1)通道间信号质量指数、(2)在ECG设备的每个导联中检测到的搏动的数量、(3)每个导联中的每个PQRST波的平均相关性值、(4)每个导联中的每个PQRST波的相关性值的标准差、(5)每个导联中的R峰到R峰间隔的平均、(6)每个导联中的RR间隔的标准差,其中,来自多导联ECG设备的每个导联的所述ECG信号被分成具有第二预定周期的段,针对所述段中的每个来计算所述基本指数。

9. 一种无创ECG信号评估装置(10),包括:

- 接收单元(100),其用于接收在预定时间段上的对象的多通道ECG信号;
- 处理设备(102),其用于处理所述ECG信号,包括:
 - 提取单元(104),其用于从所述ECG信号中提取多个第一参数;以及,
 - 评估单元(106),其用于基于所述多个第一参数来评估所述ECG信号的质量;以及
- 用户接口(108),其用于呈现用于指示所述ECG信号的所述质量的指示符。

10. 根据权利要求9所述的ECG信号评估装置,其中,所述评估单元(106)还被配置为对所述多个第一参数执行主成分分析,以获得至少一个第二参数,并且对所述ECG信号的所述质量的所述评估是基于所述主成分的,并且

其中,所述至少一个第二参数的数量小于所述多个第一参数的数量。

11. 根据权利要求9或10所述的ECG信号评估装置,其中,所述评估单元(106)包括分类器(612),所述分类器用于关于所述ECG信号的所述质量对所述ECG信号进行分类。

12.根据权利要求11所述的ECG信号评估装置,其中,所述第一参数的向量被映射到由一个或多个所述第二参数的向量组成的空间中,并且所述分类器(612)被配置为基于经映射的向量的分布来确定所述ECG信号的所述质量。

13.一种用于采集多通道ECG信号的ECG信号采集装置,其中,所述ECG信号采集装置包括根据权利要求9所述的ECG信号评估装置(10)。

14.一种ECG信号评估系统,包括:

一个或多个ECG信号采集装置,所述一个或多个ECG信号采集装置中的至少一个包括根据权利要求9至12中的任一项所述的ECG信号评估装置(10);以及

服务器,其与所述ECG信号采集装置进行通信。

15.一种包括被有形地体现在机器可读介质上的计算机程序的计算机程序产品,当被运行时,所述计算机程序适于执行根据权利要求1到8中的任一项所述的方法。

用于评估多通道ECG信号的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及采集ECG信号,特别涉及对用于移动健康应用的多通道ECG信号的质量评估。

背景技术

[0002] 除了诸如疟疾、结核病和HIV的传染病的负担,发展中国家还面临慢性非传染病的患病率的稳定增长,包括心脏病和癌症。

[0003] 对用来支持临床护理的移动健康和/或便携式设备的使用提供了扩展质量健康护理的范围以甚至在最偏远的村庄中解决这两类疾病负担的机会。毫不奇怪,移动健康被奉为发展中国家在健康系统提高中的最大突破。移动健康的积极的潜力是巨大的,但也可能遇到问题。

[0004] 对健康护理的扩展而分散的访问导致对专业诊断的需求的增加。如果不能保证需要解释的数据的质量,则将预见到效率的损失。因此,将超出健康护理系统提供及时专业解释的能力,这导致并不是所有数据都能够得到及时评估。

[0005] 最近,已经提出了一些方法来评估ECG的质量,例如,借助于采取时域中的若干规则、机器学习(例如支持向量机(SVM)和人工神经网络)、重建矩阵等。然而,它们具有低准确性或具有高计算复杂性。

发明内容

[0006] 因此,期望增大移动健康护理系统利用ECG信号的效率和/或能力。还期望提高对ECG信号的质量的评估的准确性。还期望减少对ECG信号的质量的评估的计算复杂性。

[0007] 为了更好地解决这些关注点中的一个或多个,根据本发明的第一方面的实施例,提出了一种评估多通道ECG信号的方法。所述方法包括以下步骤:

[0008] -借助于多导联ECG设备获得在第一预定时间段上的对象的多通道ECG信号;

[0009] -从所述多通道ECG信号中提取多个第一参数;

[0010] -基于所述多个第一参数来评估所述多通道ECG信号的质量;并且

[0011] -经由用户接口来呈现用于指示所述ECG信号的所述质量的指示符。

[0012] 这样,质量指示符被自动递送至所述用户,包括对象人员和/或诸如护士、医师和医生的任何医疗员工,并且这样的质量指示符能够提高健康护理系统的效率和/或能力,特别是如以下解释的移动健康护理系统的效率和/或能力。

[0013] 通常,通过可能不能够足够准确地评估测得的ECG信号的质量的护士或医师来执行对ECG信号的测量。有时,诸如医生的专家在稍后的时间点处注意到,测得的ECG信号不够好以进行有意义的诊断,并且需要重新测量。在稍后的时间点处的这种重新测量,而不是第一次测量,将花费许多额外的精力和时间。特别是在移动健康护理系统的情况下,护士或医师借助于便携设备来测量在远离他们或专业人员通常所在的位置处的对象的ECG信号,并且因此,当在稍后的时间点处决定测得的ECG信号的质量不够好时,护士或医师可能必须行

进长距离以执行重新测量。

[0014] 根据本文中提出的解决方案,经由所述用户接口来自动呈现测得的ECG信号的所述质量,而不需要专业人员的任何活动。因此,一旦完成测量,患者、护士或医师就能够知道测得的ECG信号的质量。如果质量不够好,则能够在第一次测量之后立即执行重新测量。

[0015] 在一个实施例中,所述方法还包括以下步骤:确定所述ECG信号的所述质量是否满足预定度量;并且,如果所述ECG信号的所述质量满足所述预定度量,则将所述ECG信号递送至服务器。

[0016] 在一个实施例中,所述多通道ECG信号能够是12-导联ECG信号。

[0017] 在一个实施例中,所述多个第一参数反映所述多通道ECG信号的随时间信号变化以及所述多通道ECG信号的通道间相关性。通过利用所述多通道ECG信号的所述随时间信号变化以及所述通道间相关性,能够以增强的准确性来评估所述ECG信号的所述质量。

[0018] 在一个实施例中,评估所述多通道ECG信号的步骤还包括:借助于主成分分析从所述多个第一参数中获得至少一个第二参数的步骤;以及基于(一个或多个)所述第二参数来评估所述ECG信号的所述质量的步骤;所述至少一个第二参数的数量小于所述多个第一参数的数量。

[0019] 在一个实施例中,评估所述ECG信号的步骤包括借助于分类器关于所述ECG信号的所述质量而将所述ECG信号分类为两个或更多个类。

[0020] 在一个实施例中,所述分类器是基于多个多导联ECG信号和所述多个多导联ECG信号中的每个的各自预定类别而被训练的。

[0021] 在一个实施例中,评估的步骤包括:将所述第一参数的向量映射到由(一个或多个)所述第二参数的向量组成的空间中,并且基于经映射的向量的分布来确定所述ECG信号的所述质量。

[0022] 在一个实施例中,所述多个第一参数是通过计算以下基本指数的平均值和/或偏差来计算出的:(1)通道间信号质量指数、(2)在ECG设备的每个导联中检测到的搏动的数量、(3)每个导联中的每个PQRST波的平均相关性值、(4)每个导联中的每个PQRST波的相关性值的标准差、(5)每个导联中的R峰到R峰间隔的平均、(6)每个导联中的RR间隔的标准差,其中,来自多导联ECG设备的每个导联的ECG信号被分成具有第二预定周期的段,针对所述段中的每个来计算所述基本指数。

[0023] 在另一方面,本发明的实施例提供了一种ECG信号评估装置,包括:

[0024] -接收单元,其用于接收在预定时间段上的对象的多通道ECG信号;

[0025] -处理设备,其用于处理所述ECG信号,包括:提取单元,其用于从所述ECG信号中提取多个第一参数;以及评估单元,其用于基于所述多个第一参数来评估所述ECG信号的质量;以及

[0026] -用户接口,其用于呈现用于指示所述ECG信号的所述质量的指示符。

[0027] 在另一方面中,本发明的实施例提供了一种用于采集多通道ECG信号的ECG信号采集装置,其中,所述ECG信号采集装置包括上述的ECG信号评估装置。

[0028] 在另一方面中,本发明的实施例提供了一种ECG信号采集系统,包括:一个或多个ECG信号采集装置,其中的至少一个包括如以上限定的ECG信号评估装置;以及服务器,其与所述ECG信号采集装置进行通信。

[0029] 在另一方面中,本发明的实施例提供了一种包括被有形地体现在机器可读介质上的计算机程序的计算机程序产品,当被运行时,所述计算机程序适于执行根据权利要求1至8中的任一项所述的方法。

附图说明

[0030] 图1是根据本发明的示范性实施例的ECG信号评估装置10的示意图;

[0031] 图2是根据本发明的示范性实施例的ECG信号评估方法20的示意图;

[0032] 图3是根据本发明的示范性实施例的提取参数(?)的步骤的示意图;

[0033] 图4详细地示出了根据本发明的示范性实施例的PCA的过程;

[0034] 图5示出了根据本发明的示范性实施例的针对多个ECG信号的PCA的结果的范例;

并且

[0035] 图6示出了根据本发明的示范性实施例的将ECG信号进行分类的过程。

具体实施方式

[0036] 图1是根据本发明的示范性实施例的ECG信号评估装置10的示意图。

[0037] 参考图1,ECG信号评估装置10包括:接收单元100,其用于接收对象的一个或多个多通道ECG信号,所述一个或多个多通道ECG信号是在诸如60秒、90秒或120秒的第一预定周期内采集的;处理设备102,其用于处理ECG信号;以及用户接口108,其用于呈现用于指示ECG信号的质量的指示符。

[0038] 在一个实施例中,能够由ECG采集装置来采集多通道ECG信号。ECG采集装置能够是具有多个导联的任何ECG设备。后续地,采集到的信号能够被发送到ECG信号评估装置10的接收单元100。例如,ECG设备包括要被在不同位置处附接到对象以获得来自对象的信号的12导联。在医师想要获得来自对象的ECG信号的情况下,他/她将ECG设备的导联附接到对象,并且ECG设备执行ECG信号采集步骤,由此获得各自的ECG信号或ECG信号的集合。可以使用有线的或无线的连接以各种方式将ECG信号发送到ECG信号评估装置10的接收单元。能够以任何适合的方式来实现ECG信号评估装置10的接收单元,例如输入端口、无线接收器等。

[0039] 备选地,本领域技术人员将理解,在另一实施例中,ECG信号评估装置10能够是ECG采集装置的一部分。在又一实施例中,ECG信号评估装置10的接收单元100能够被实现为具有用于采集ECG信号的多个导联的ECG采集单元。

[0040] 处理设备102包括提取单元104和评估单元106。提取单元104被配置为从ECG信号中提取多个第一参数(下文中可能被称为第一“特征”)。例如,提取单元可以从ECG信号中提取4到20个参数,例如8个、10个或12个第一参数。

[0041] 评估单元106被配置为基于所提取的第一参数来评估ECG信号的质量。在范例中,评估单元106被配置为通过应用预定的转换系数来处理第一参数以便获得至少一个第二参数。在另一范例中,评估单元106将向量映射到较低维度的空间中,其中,所述向量的每个元素表示第一参数中的一个,并且评估单元106在较低维度的空间中评估经映射的向量。转换系数和映射均能够是预定的,或是从训练过程中导出的。另外,能够例如借助于自学习在评估的进程中调整转换系数和映射两者。

[0042] 接着,经由用户接口108生成并呈现指示符。所述指示符指示由评估单元106评估

的ECG信号的质量。用户接口108能够以视觉、听觉和/或任何其它适合的形式来呈现指示符。

[0043] 图2示出了根据本发明的示范性实施例的ECG信号评估方法的实施例的示意图。在该实施例中,执行训练过程以从训练数据导出信息,所述训练数据例如ECG信号的集合和对应的质量指示符。导出的信息包括例如用于将第一参数转换为至少一个第二参数的转换系数或映射,以及用于基于至少一个第二参数来评估ECG信号的质量的评估标准、经训练的分类器等。训练过程包括步骤201、202和203。训练过程能够被实现为由ECG信号评估装置10来执行,或更通常地,由分开的装置来执行,并且从训练过程导出的数据以各种已知方式被发送到ECG信号评估装置10。接着,在评估过程中,基于从训练过程导出的数据来采集并评估多通道ECG信号。评估过程包括步骤211、212、213和214。如图1所示,能够由ECG信号评估装置10来执行评估过程。

[0044] 在步骤201处,与针对多通道ECG信号中的每个的预定评估结果一起接收用于训练的多通道ECG信号的集合。可以由专业医师、医生或其他医学专家来提供预定评估结果。

[0045] 在步骤202处,例如由提取单元104来处理集合中的多通道ECG信号中的每个,以获得多个第一参数。第一参数的数量可以由用户来设定,例如8个、10个、12个等。第一参数可以是反映多通道ECG信号的随时间信号变化和多通道ECG信号的通道间相关性的参数/特征。以下将参考图3详细描述示范性提取过程。

[0046] 在步骤203处,主成分分析(PCA)算法被应用到针对每个多通道ECG信号所提取的第一参数,以从多个第一参数中导出若干第二参数。在一个实施例中,第二参数是ECG信号的主成分,其表示对ECG信号的表征,并且将对其进行详细描述。主成分分析的过程可以基于针对ECG信号的集合中的ECG信号中的每个的第一参数和评估结果。

[0047] 借助于主成分分析,能够获得转换系数的集合,所述转换系数的集合将被用于将多通道ECG信号的第一参数转换为至少一个第二参数。例如,至少一个第二参数的数量能够是2个、3个或4个。

[0048] 训练过程能够事先被执行,并且训练过程的结果能够被存储在ECG信号评估装置10中,或以其他方式被提供到装置10。可以离线执行所述训练,即在远离图1的ECG信号评估装置10的任何适合的计算机/处理器上执行。

[0049] 在范例中,训练过程的结果能够包括用于将第一参数转换为若干第二参数的转换系数的集合,其中,第二参数可以是ECG信号的主成分。例如,转换系数可以被用于将表示第一参数的向量映射到由ECG信号的主成分组成的较低维度空间中,其中,ECG信号的主成分也是通过训练过程来确定的。训练过程的结果还能够包括经训练的分类器。

[0050] 在步骤211处,从多导联ECG设备采集或接收在第一预定时间段上的对象的多通道ECG信号。

[0051] 在步骤212处,从多通道ECG信号提取与在步骤202中相同的多个第一参数。

[0052] 在步骤213处,基于多个第一参数来评估多通道ECG信号的质量。优选地,在步骤213处,通过预定的转换系数的集合将多个第一参数转换为至少一个第二参数,其中,转换系数是在步骤203处预定的并且已经被存储在ECG评估装置中。因此,基于至少一个第二参数来评估多通道ECG信号的质量。

[0053] 更优选地,图1所示的评估单元包括分类器,并且通过所述分类器来实现对多通道

ECG信号的质量的评估。分类器能够基于至少一个第二参数将多通道ECG信号分类为两个或更多个类别。例如,在两个类别的情况下,所述类别能够是“可接受”和“不可接受”,或者在三个类别的情况下,所述类别能够是“可接受”、“不可接受”和“待确定”。分类器也在训练过程期间被训练。

[0054] 在步骤214处,经由用户接口来呈现用于示出ECG信号的质量的指示符,例如对ECG信号的分类。

[0055] 本领域技术人员将意识到,训练步骤不必被包括在本发明的方法中,本发明的方法可以仅利用训练过程的结果。

[0056] 作为范例,下文中将描述提取、PCA和分类的步骤的详细过程的一种实现方式。在该范例中,从多通道ECG信号中提取10个第一参数。

[0057] 特征提取

[0058] 实际上,原始ECG信号(例如,90秒,12导联)的第一参数是由每个导联的基本质量指数的数量导出的。对于每个导联,计算总共6个基本信号质量指数(SQI)。当接收到/获得在给定周期(例如60秒、90秒等)期间测得的ECG信号(?)的集合时,这样的ECG信号被分割和/或分成几十个段。

[0059] 接着,如图3所示,在301处,在几十个ECG段中的每个上执行搏动检测。对于每个段,在302处,获得QRS的位置,并且接着将计算6个基本SQI。

[0060] 以下给出了6个基本SQI:

[0061] 1、iSQI:每个导联中的通道间信号质量指数。

[0062] 当同步ECG导联可用时,不同导联之间的比较能够提供对信号质量的更准确的估计。导联的通道间信号质量指数iSQI反映在给定的导联上检测到的匹配搏动(所述搏动与在另一导联上检测到的搏动匹配)的数量与在所述给定导联和所述另一导联上检测到的所有搏动的数量的百分比/比率。

[0063] 优选地,导联的通道间信号质量指数iSQI反映所述百分比的最大值。

[0064] 换言之,对于给定导联,将其搏动与其他导联中的每个的搏动进行比较,并且获得若干百分比/比率。接着,最大百分比/比率被定义为通道间信号质量指数。

[0065] 例如,对于一个导联(例如导联i),将在该导联上检测到的搏动与在其他导联中的每个上检测到的搏动进行比较。例如,首先,将在导联i上检测到的搏动与在导联j上检测到的搏动进行比较,其中,j可以表示其他导联中的一个。并且接着,能够计算由导联i检测到且与导联j匹配的匹配搏动的数量($N_{匹配}$)与由导联i和导联j检测到的所有搏动($N_{所有}$)的比率,其中, $N_{所有}=N_i+N_j-N_{匹配}$ (不对匹配搏动进行重复计数)。针对其他导联中的每个重复该过程。

[0066] 由于可能存在若干其他导联,因此能够获得若干比率。接着,能够确定比率的最大值。在该发明的一个实施例中,这样的比率的最大值被定义为针对导联i的通道间信号质量指数。

[0067] 换言之,在该实施例中,针对一个导联的通道间信号质量指数iSQI能够被计算为由导联检测到且与其他导联中的一个匹配的匹配搏动的数量($N_{匹配}$)与由所述导联和其他导联中的所述一个检测到的搏动的总和($N_{所有}$)的最大比率,其中,不对匹配搏动进行重复计数。即:

$$[0068] \quad iSQI_i = \max\left(\frac{N_{\text{匹配}(i,j)}}{N_{\text{所有}(i,j)}}\right) \quad \forall j, j \neq i$$

[0069] 其中,i表示当前导联,而j表示其他导联中的每一个。 $N_{\text{匹配}}$ 是(例如在150ms内)由导联i检测到且与由导联j检测到的搏动匹配的搏动的数量,并且 $N_{\text{所有}}$ 是在导联i和导联j中检测到的所有搏动的数量(不对匹配搏动进行重复计数)。

[0070] 2、 $nSQI$:在每个导联中检测到的搏动的数量。

[0071] 3、 $mcSQI$:每个导联中的每个PQRST波的平均相关性值。

[0072] 在搏动检测之后,收集针对每个10s ECG段在某个导联中的每个PQRST波,并且获得PQRST波的中值模板。接着,计算每个PQRST波与其中值模板之间的互相关性。互相关性值的平均能够反映在其10s记录期间某个导联的质量。

[0073] 4、 $scSQI$:每个导联中的每个PQRST波的相关性值的标准差。

[0074] 每个PQRST波与其中值模板之间的互相关性值的标准差能够反映在其10s记录期间(即在10s段中)某个导联内的变化。

[0075] 5、 $mrSQI$:每个导联中的R峰至R峰(RR)间隔的平均。

[0076] 在搏动检测之后,获得RR间隔。在一个导联中的RR间隔的平均能够反映该导联的质量。过小的 $mrSQI$ 的值指示由于高噪声水平或不良记录质量而没有检测到搏动,而过大的 $mrSQI$ 的值意味着QRS波群可能被噪声淹没。

[0077] 6、 $srSQI$:每个导联中的RR间隔的标准差

[0078] 针对每个10s段来计算每个导联中的RR间隔的标准差。高 $srSQI$ 暗示在假设患者的心率没有过多变化的情况下信号的不良质量。

[0079] 针对ECG信号的每个段来分别计算上述的6个基本信号质量指数。尽管在该实施例中,针对每个段的时间段被选择为10秒,但本领域技术人员将意识到,针对每个段的时间段可以是例如8秒、12秒等。

[0080] 提取单元能够基于6个基本信号质量指数来获得第一参数。换言之,第一参数是由针对整体ECG信号的6个基本信号质量指数来导出的。

[0081] 用户能够选择要被提取的第一参数的数量。例如,在该实施例中,他提取10个第一参数。在该实施例中,所提取的10个第一参数是6个基本信号质量指数中的一些的平均值(平均)和标准差(std)。

[0082] 作为范例,选择以下10个参数/特征:

[0083] 1、std($mcSQI$)

[0084] 2、std($nSQI$)

[0085] 3、std($iSQI$)

[0086] 4、std($scSQI$)

[0087] 5、std($mrSQI$)

[0088] 6、std($srSQI$)

[0089] 7、平均($nSQI$)

[0090] 8、平均($mcSQI$)

[0091] 9、平均($iSQI$)

[0092] 10、平均($mrSQI$)。

[0093] 其中,“std”表示在所有段上的各基本信号质量指数的标准差,并且“平均”表示在所有段上各基本信号质量指数的平均值。例如,针对每个段计算iSQI值。接着,计算针对所有段的iSQI值的标准差并将其称为“std”(iSQI)。类似地,针对每个段计算mrSQI,并且接着,计算在所有段上的mrSQI的平均值并将其称为“平均”(mrSQI)。

[0094] 如以上所示的10个第一参数可以被表达为10维向量。在图3中的步骤303处,针对具有12导联的ECG信号形成由10个第一参数组成的10维向量“描述向量”,并且所述“描述向量”能够被用于确定ECG信号是否足够良好以进行诊断(可接受/不可接受)。

[0095] 主成分分析(PCA)

[0096] PCA被用于确定针对第一参数(例如以上提到的10个第一参数)的适合的转换系数。在该实施例中,将PCA应用到ECG信号的训练数据集。对于ECG信号中的每个,确定表示10个第一参数的10维向量。在PCA期间,确定第一参数的3个最大主成分。接着,能够将10维向量映射到由3个最大主成分组成的较低的3维空间中,即3维空间的三个轴中的每一个表示一个主成分。

[0097] 可以离线执行PCA。具体地,在离线PCA过程期间,将ECG信号的集合提供到用于运行参数提取和PCA算法的处理器。接着,在ECG信号的集合中的ECG信号的每个上运行所述参数提取和PCA算法。

[0098] PCA方法能够根据10个第一参数来确定3个主成分,并且通过冗余去除来确定针对10个特征中的每个的转换系数,所述转换系数能够被用于将10个特征转换为3个主成分。PCA算法可以是常见的PCA算法。

[0099] 以下,给出了对确定主成分的过程的更详细的描述。

[0100] 具体地,当提供ECG信号的训练数据集时,确定针对ECG信号中的每个的10维向量。ECG信号的数量可以是“n”,并且因此,10维向量“描述向量”的数量也是n。n个10维向量被收集到数据矩阵“指数矩阵”中。参考图4,数据矩阵的每行指示针对一个ECG信号的一个10维向量。因此,所述矩阵是 $n \times 10$ 矩阵,即其包括n行和10列。

[0101] 尽管图4仅示出了每行中的一个“描述向量”,本领域技术人员应当理解,每个“描述向量”是10维向量,并且因此,“指数矩阵”实际上包括10列,并且每列表示“描述向量”的一个维度,所述一个维度对应于如以上提到地提取的一个第一参数。

[0102] 在步骤401处,通过在PCA之前在n个“描述向量”上从每列减去其平均值来对“指数矩阵”进行标准化,并且获得对应的“cen指数矩阵”。

[0103] 接着,协方差矩阵被计算为:

[0104] 协方差矩阵 = cen指数矩阵 * cen指数矩阵^T / (n-1)

[0105] 其中,cen指数矩阵^T是cen指数矩阵的转置。

[0106] 计算协方差矩阵的本征向量和本征值。选择3个最高本征值的对应本征向量来形成“特征向量”,所述“特征向量”能够被用于应用到数据矩阵“cen指数矩阵”,以从经处理的ECG信号的第一参数中导出“最终数据”,如:

[0107] 最终数据 = 特征向量 * cen指数矩阵^T

[0108] 亦即,在步骤402处,对“cen指数矩阵”执行PCA算法,并且获得PCA的“最终数据”。在PCA中,“最终数据”是矩阵,所述矩阵的每行/每列表示一个训练ECG信号的第二参数。换言之,PCA的“最终数据”表示针对训练集合的每个ECG信号的第二参数。在该实施例中,第二

参数包括三个参数。因此,“最终数据”的每个数据包括3个参数,即3个主成分:第一主成分、第二主成分和第三主成分。

[0109] 图5示出了将针对包括多个ECG信号的训练集合的PCA的结果映射到由3个主成分组成的3维空间中的范例,其中,“•”表示具有预定评估结果“可接受”的ECG信号,并且“△”表示具有预定评估结果“不可接受”的ECG信号。另外,图5中的x轴、y轴和z轴分别表示第一主成分、第二主成分和第三主成分。

[0110] 对于给定的未标记的范例“xu”,即对于新采集到的ECG信号,基于如以上提到的转换系数“特征向量”来获得主成分。更具体地,从ECG信号中提取10个第一参数,并且通过使用转换系数将10个特征映射到较低的3维空间中来确定第一参数的主成分,其中,针对ECG信号的3个主成分的值能够分别被用作3维空间中各自的坐标值。

[0111] 分类

[0112] 在该实施例中,采用K最邻近规则(K Nearest Neighbor Rule)来对ECG信号进行分类。K最邻近规则是基于其与训练集合中范例的相似度来对未标记范例(即表示ECG信号的数据)进行分类的非常直观的方法。

[0113] 图6示出了分类的过程的范例。

[0114] 如图6中利用虚线指示的部分所示,用于分类器612的训练步骤601是任选的。换言之,可以基于与在PCA中使用的相同的训练集合来训练分类器612,已经由专业医生对所述训练集合的ECG信号进行了分类。备选地,分类器已经被训练,或者分类器已经接收到训练结果。例如,在该实施例中,在分类器中存在表示针对大量训练ECG信号中的每个的主成分的数据以及针对各自的训练ECG信号的类别。例如,可以由专家或专业医生将ECG信号分类为“可接受”或“不可接受”。ECG信号的类别可以与各自的ECG数据(或如上述计算出的其主成分)被存储在训练ECG数据集中。

[0115] 总之,分类器存储训练数据集,所述训练数据集包括被标记有对应类别的范例(ECG信号或ECG信号的主成分)。

[0116] 在611处,给定的未标记范例“xu”(即新采集到的ECG信号)被提供到分类器612,并且能够通过使用转换系数来确定其在3维空间中的位置(即坐标值)。接着,分类器寻找被标记范例中具有k标记范例的子集,所述具有k标记范例“最靠近”未标记范例“xu”在3维空间中的位置,并且将“xu”分配为最经常出现在k子集内的类别。

[0117] 在该实施例中,分类器将从两个类别中选择的类别,“可接受”613和“不可接受”614,分配给未标记的范例。

[0118] 在下文中,为通过本发明中的k-NNR方法分类的ECG信号的集合提供交叉验证的结果,其中,评估500个移动ECG数据流。k被分配为7,并且距离被定义为3维空间中的欧几里德距离。ECG信号的集合中的数据被分成9个组,并且执行交叉验证9次。每次使用8组数据来训练PCA过程和分类过程,并且获得经训练的转换系数和经训练的分类器,而通过使用转换系数来处理最后一组数据并且由经训练的分类器对最后一组数据进行分类。这样的过程被重复9次。因此,获得针对9组数据的验证结果。

[0119] 交叉验证的结果为:

[0120]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
准确率	0.92	0.87	0.87	0.96	0.93	0.91	0.97	0.93	0.92

[0121] 平均准确率为92.00%。

[0122] 显然，本发明中的方法和装置能够准确地评估ECG信号的质量。基于对ECG信号的质量的自动反馈，能够容易地识别具有不可接受的质量的ECG信号。因此，能够移除具有不可接受的质量的ECG信号和/或能够请求重新测量。

[0123] 尽管已经在附图和前文的描述中详细说明并描述了本发明，但这种说明和描述被视为说明性或示范性的，而非限制性的；本发明不限于所公开的实施例。例如，可能在一幅眼镜、手表等形式的实施例中操作本发明。

[0124] 本领域技术人员通过研究附图、公开内容以及权利要求书，在实践要求保护的本发明时，能够理解并实现对所公开的其他变型。在权利要求书中，词语“包括”不排除其他元件或步骤，并且词语“一”或“一个”不排除多个。

[0125] 能够借助于硬件或软件来实现本发明。单个处理器或其他单元可以满足权利要求中记载的若干项目的功能。尽管在互不相同的从属权利要求中记载了特定措施，但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。权利要求中的任何附图标记都不应被解释为对范围的限制。计算机程序可以被存储/分布在适合的介质上，例如与其他硬件一起提供或作为其他硬件的部分提供的光学存储介质或固态介质，但是也可以被以其他形式分布，例如经由因特网或其他的有线或无线的电信系统。

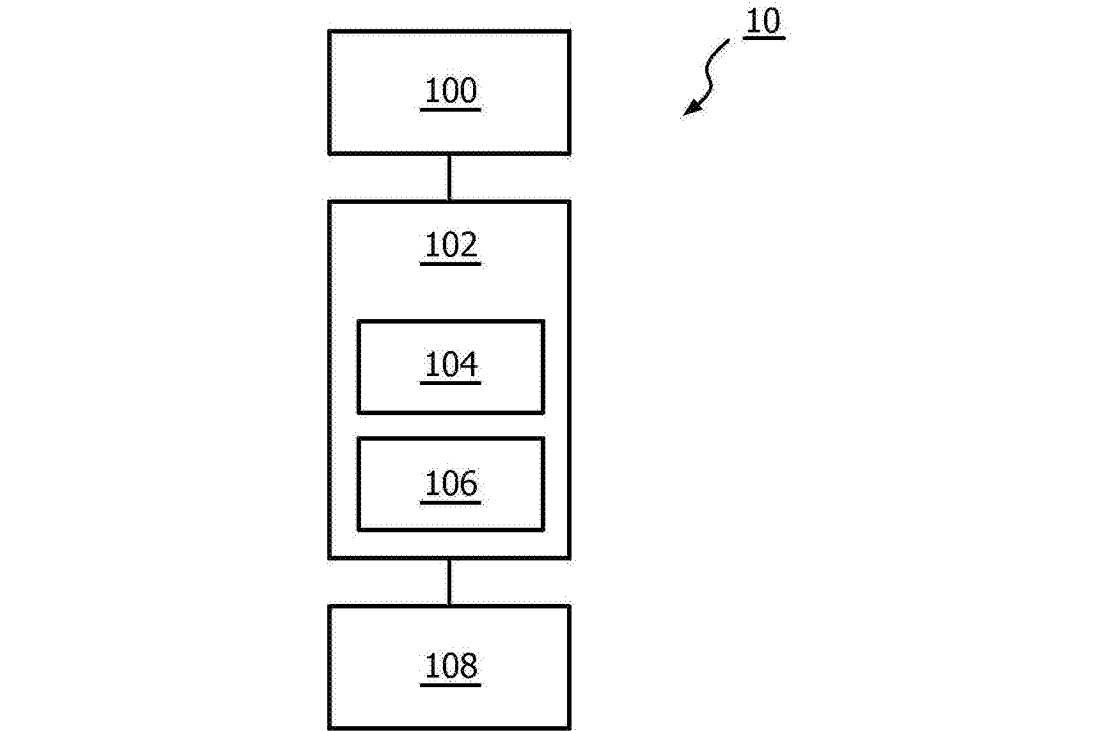


图1

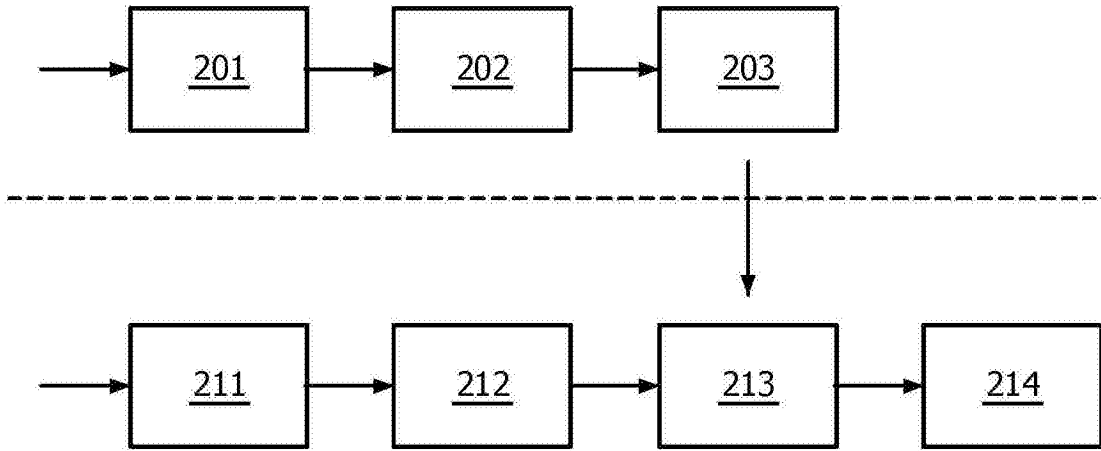


图2

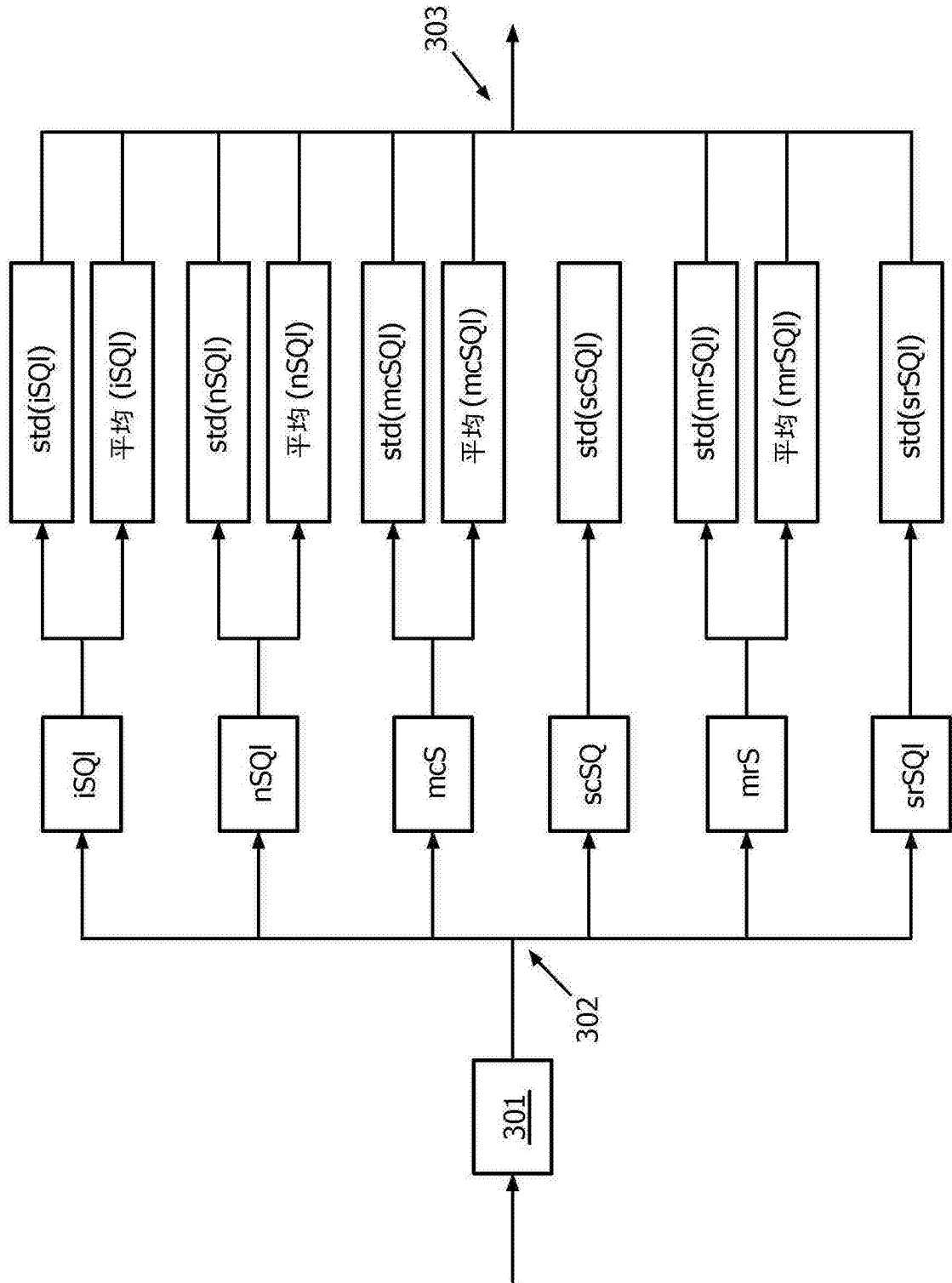


图3

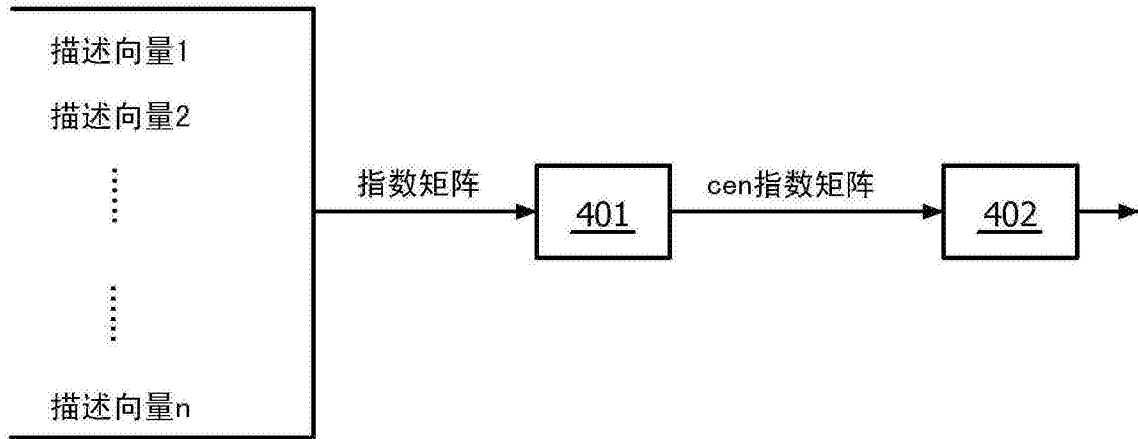


图4

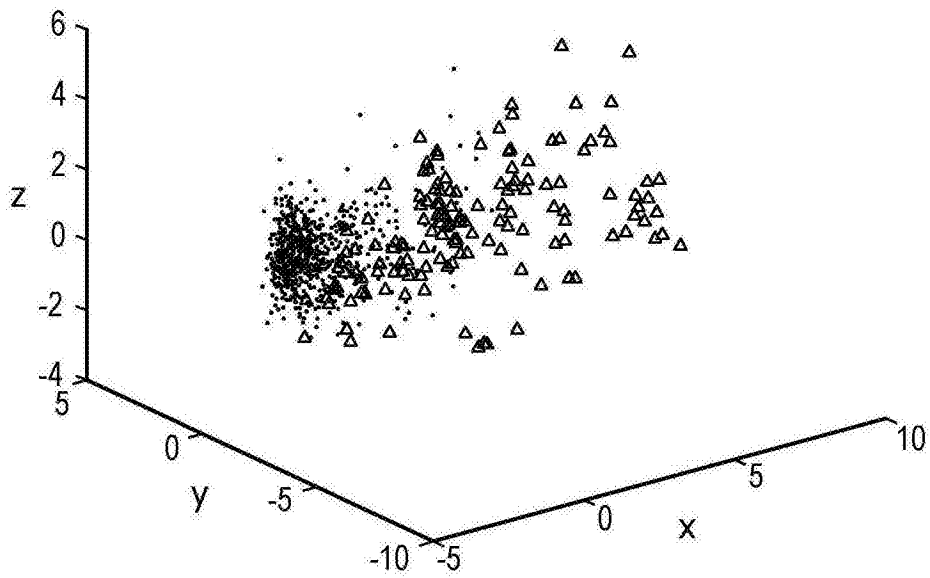


图5

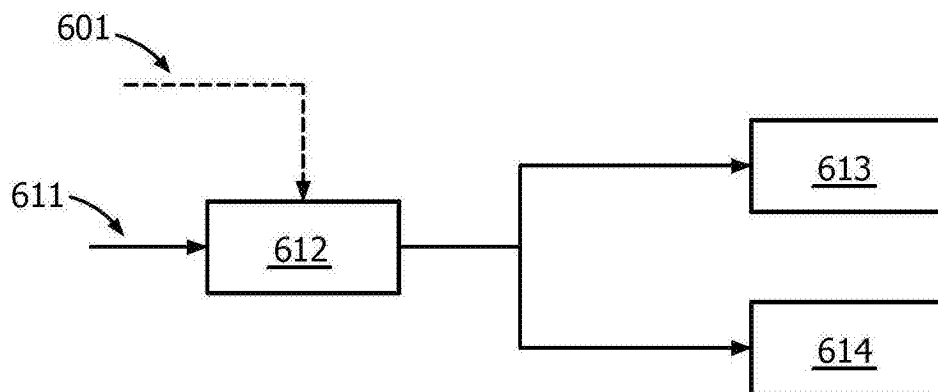


图6

专利名称(译)	用于评估多通道ECG信号的装置和方法		
公开(公告)号	CN105611872A	公开(公告)日	2016-05-25
申请号	CN201480055564.3	申请日	2014-09-25
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
[标]发明人	王进 J·步		
发明人	王进 J·步		
IPC分类号	A61B5/0452 A61B5/00 A61B5/024 G06F19/00		
CPC分类号	Y02A90/26		
代理人(译)	李光颖 王英		
优先权	2013195332 2013-12-02 EP PCT/CN2013/084909 2013-10-09 WO		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供了一种用于ECG信号的评估方法，所述方法包括以下步骤：a)借助于多导联ECG设备获得在第一预定时间段上的对象的多通道ECG信号；b)从所述多通道ECG信号中提取多个第一参数；c)基于所述多个第一参数来评估所述多通道ECG信号的质量；并且d)经由用户接口呈现用于指示所述ECG信号的所述质量的指示符。还提供了一种ECG信号评估装置、一种ECG信号采集装置、一种ECG信号评估系统和一种计算机程序。本发明的ECG信号评估方法、装置、系统和计算机程序能够改进对ECG信号的质量的评估的准确性，并且降低对ECG信号的质量的评估的计算复杂性。

