



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101779950 A

(43) 申请公布日 2010. 07. 21

(21) 申请号 200910252700. 9

(22) 申请日 2009. 12. 03

(30) 优先权数据

12/327267 2008. 12. 03 US

(71) 申请人 韦伯斯特生物官能公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 A·戈瓦里

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 李娜 王洪斌

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006. 01)

A61B 5/0402(2006. 01)

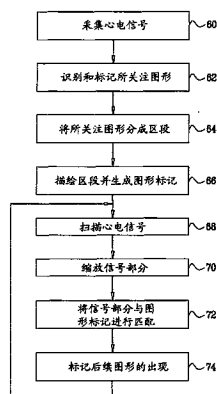
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

心电信号分析工具

(57) 摘要

本发明涉及一种用于分析生理信号的计算机实施方法,包括选择生理信号记录中包含所关注图形的第一时间间隔。计算所述第一时间间隔内多个时间段中的所述生理信号的相应特征值。连接所计算的值以形成所关注图形的标记。通过将所述第二时间间隔中的信号与所述标记进行匹配,识别所关注图形在第二时间间隔过程中所述生理信号的再次出现。



1. 一种用于分析生理信号的计算机实施方法,包括:  
选择生理信号记录中包含所关注图形的第一时间间隔;  
计算所述第一时间间隔内多个时间段中的所述生理信号的相应特征值;  
连接所计算的值,以形成所关注图形的标记;以及  
通过将第二时间间隔中的信号与该标记进行匹配,在所述第二时间间隔过程中识别所关注图形在所述生理信号中的再次出现。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述生理信号包括心电图。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中计算特征值包括确定指示每个时间段中的所述生理信号的增强或减弱的相应增强/减弱标志。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中计算特征值包括使用各自的字符来表示所述特征值,并且其中连接所述值以形成标记包括扩充所述字符以形成字符串。
5. 根据权利要求4所述的方法,其中将所述第二时间间隔中的信号与所述标记匹配包括使用字符序列表示所述第二时间间隔中的信号以及在所述字符序列中查找所述字符串的出现。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中计算特征值包括使用各自的比特值来表示所述特征值,并且其中连接所述值以形成标记包括扩充比特值以形成二进制字。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中计算特征值包括计算所述第一时间间隔中的信号的缩放参数,并且其中将所述第二时间间隔中的信号与所述标记匹配包括对应所述缩放参数缩放所述第二时间间隔中的信号来使其与所述第一时间间隔中的所述信号匹配。
8. 根据权利要求7所述的方法,其中缩放参数包括在所述第一时间间隔中的信号的平均振幅。
9. 根据权利要求7所述的方法,其中计算缩放参数包括识别所述第一时间间隔中第一信号谱中的第一主频率,并且其中缩放所述第二时间间隔中的信号包括识别所述第二时间间隔中第二信号谱中的第二主频率和缩放所述第二信号谱以使得所述第二主频与所述第一主频匹配。
10. 根据权利要求1所述的方法,其中识别再次出现包括将生理信号显示给操作员,并且在所显示的信号上标记所述再次出现。
11. 根据权利要求1所述的方法,其中识别再次出现包括识别所关注图形的多次出现,和计算所述多次出现的统计信息并且提供给操作员。
12. 根据权利要求1所述的方法,其中选择所述第一时间间隔包括选择含有所关注图形的多个相应实例的多个所述第一时间间隔,其中计算特征值包括在各个所述第一时间间隔内计算平行时间段中的多组值,并且其中连接所计算的值包括计算对应所述多组值的标记。
13. 一种用于分析生理信号的设备,包括:  
输入装置,其布置用于接受生理信号记录中包含所关注图形的第一时间间隔的选择;  
以及  
处理器,其布置用于在所述第一时间间隔内的多个时间段中计算生理信号的相应的特征值,连接计算出的值以形成所关注图形的标记,以及通过将第二时间间隔中的信号与所述标记进行匹配来识别所关注图形在第二时间间隔过程中的生理信号中的再次出现。

14. 根据权利要求 13 所述的设备,其中所述生理信号包括心电图。
15. 根据权利要求 13 所述的设备,其中所述处理器布置用于确定指示每个时间段中的生理信号的增强还是减弱的相应的增强 / 减弱标志。
16. 根据权利要求 13 所述的设备,其中所述处理器布置用于使用各自的字符表示所述特征值,以及通过扩充字符以形成字符串来形成所述标记。
17. 根据权利要求 16 所述的设备,其中所述处理器布置用于使用字符序列表示第二时间间隔中的信号,以及在所述字符序列中查找字符串的出现,以将第二时间间隔中的信号与所述标记进行匹配。
18. 根据权利要求 13 所述的设备,其中所述处理器布置用于使用各自的比特值表示所述特征值,以及通过扩充比特值以形成二进制字来形成标记。
19. 根据权利要求 13 所述的设备,其中所述处理器布置用于计算所述第一时间间隔中的信号的缩放参数,以及当将所述第二时间间隔中的信号与所述标记进行匹配时将第二时间间隔的所述信号对应缩放参数进行缩放。
20. 根据权利要求 19 所述的设备,其中所述缩放参数包括所述第一时间间隔中的信号的平均振幅。
21. 根据权利要求 19 所述的设备,其中所述处理器布置用于识别所述第一时间间隔中第一信号谱的第一主频,用于识别第二时间间隔中第二信号谱的第二主频,以及用于缩放所述第二信号谱以使得所述第二主频与所述第一主频匹配。
22. 根据权利要求 13 所述的设备,其中所述处理器布置用于将生理信号显示给操作员,并且在所显示的信号上标记所述再次出现。
23. 根据权利要求 13 所述的设备,其中所述处理器布置用于识别所关注图形的多次出现,以及用于计算所述多次出现的统计信息并且提供给操作员。
24. 根据权利要求 13 所述的设备,其中所述输入装置布置用于接受含有多个所关注图形的各自实例的多个第一时间间隔的选择,并且其中所述处理器布置用于计算各个所述第一时间间隔内的平行时间段中的多组值,以及用于计算对应所述多组值的所述标记。
25. 一种用于分析生理信号的计算机软件产品,所述产品包括一种计算机可读介质,程序指令存储于所述可读介质中,当计算机读取时,所述指令命令计算机接受生理信号记录中包含所关注图形的第一时间间隔的选择,计算所述第一时间间隔内多个时间段中所述生理信号的相应特征值,连接计算出的值以形成所关注图形的标记,以及通过将所述第二时间间隔中的所述信号与所述标记进行匹配来识别所关注图形在第二时间间隔过程中的生理信号中的再次出现。

## 心电信号分析工具

### 技术领域

[0001] 本发明整体涉及医疗系统,特别是涉及用于检测生理信号图形的方法和系统。

### 背景技术

[0002] 用于分析心电 (ECG) 信号的各种方法和系统在本领域里是已知的。例如,美国专利 6,091,990 描述了一种用于绘制代表交互显示屏上选定的心律失常事件波群的符号、用于对患者记录的心律失常发作进行管理、显示和交互的方法,其公开内容以引用方式并入本文中。存储的一例心律失常发作选自多例心律失常发作。计算出相对于正常窦性心律波群而言,所选定的心律失常发作的多个波群中各个波群的相似值和不同值。然后在交互显示屏上以所计算的相似值和不同值的函数绘制出代表心律失常波群的符号。

[0003] 又如另一个示例,美国专利 6,684,100 描述了一种基于曲率的波群识别和分类的方法,其公开内容以引用方式并入本文中。该方法包括感测心脏信号和在感测到的心脏信号上的样本点处计算曲率。然后从计算出的曲率中提取出特征,并且将提取出的特征与一组预定模板进行比较。将感测到的心脏信号根据比较结果进行分类。

[0004] 美国专利 5,109,862 描述了心电信号的频域信号处理和分析方法,其公开内容以引用方式并入本文中。心电信号的短重叠段采用傅立叶分析来生成时间、频率和功率为轴的三维图,从而显示心电信号频谱在短时间间隔的变化。

[0005] 美国专利 6,304,773 描述了一种医疗装置,例如一种除颤器,其能自动检测和报告心脏停搏,其公开内容以引用方式并入本文中。该装置能获取心电数据,并且根据心电数据计算一个或多个心电量度。心电数据按照心脏病的表征种类进行划分,其中一类是心脏停搏的表征。该除颤器可以将心电数据分为心律相关的节律类型,如心脏停搏,并且将该心电数据的节律类型报告到显示屏上。可以使用统计二分法和回归树按照心律对心电数据进行分类。也可以获取其他信号数据,如阻抗信号数据或心音图信号数据,并归入心电数据一类。

[0006] 其他心电信号分类法在例如以下文献中描述:Goletsis et al.,“Automated Ischemic Beat Classification Using Genetic Algorithms and Multicriteria Decision Analysis,” IEEE Transactions on Biomedical Engineering, (51:10), October, 2004, pages 1717-1725 (Goletsis 等人,使用遗传算法和多准则决策分析进行自动化缺血性搏动分类,IEEE 生物医学工程汇刊,(51:10),2004 年 10 月,第 1717 至 1725 页),其以引用方式并入本文中。

### 发明内容

[0007] 本发明的一个实施例提供一种用于分析生理信号的计算机实施方法,包括:

[0008] 选择生理信号记录中包含所关注图形的第一时间间隔;

[0009] 计算所述第一时间间隔内多个时间段中的所述生理信号的相应特征值;

[0010] 连接所计算的值,以形成所关注图形的标记;以及

[0011] 通过将第二时间间隔中的信号与该标记进行匹配,在所述第二时间间隔过程中识别所关注图形在所述生理信号中的再次出现(furtheroccurrence)。

[0012] 在一些实施例中,生理信号包括心电图。计算特征值可包括确定指示每个时间段中的所述生理信号的增强或减弱的相应增强/减弱标志。

[0013] 在本发明所公开的一个实施例中,计算特征值包括使用各自的字符来表示所述特征值,连接所述值以形成标记包括扩充字符以形成字符串。在一个实施例中,将第二时间间隔中的信号与所述标记匹配包括使用字符序列表示所述第二时间间隔中的信号以及在所述字符序列中查找所述字符串的出现。在另一个实施例中,计算特征值包括使用分别的比特值来表示所述特征值,连结这些值以形成标记包括扩充比特值以形成二进制。

[0014] 在另一个实施例中,计算特征值包括计算第一时间间隔中信号的缩放参数,并且将第二时间间隔中的信号与所述标记进行匹配包括对应缩放参数缩放第二时间间隔中的信号来使其与第一时间间隔中的信号匹配。缩放参数可以包括第一时间间隔中信号的平均振幅。在另一个实施例中,计算缩放参数包括识别第一时间间隔中第一信号谱中的第一主频率,和缩放第二时间间隔中的信号包括识别第二时间间隔中第二信号谱中的第二主频率并且缩放第二信号谱以使得第二主频与第一主频匹配。

[0015] 在一些实施例中,识别再次出现包括将生理信号显示给操作员,并且在显示的信号上标记再次出现。

[0016] 在公开的一个实施例中,选择第一时间间隔包括选择含有所关注图形的多个相应实例的多个第一时间间隔,计算特征值包括在各第一时间间隔内的平行时间段计算多组值,和连接所计算的值得包括计算对应所述多组值的标记。

[0017] 根据本发明的一个实施例,还提供用于分析生理信号的设备,包括:

[0018] 输入装置,其布置用于接受生理信号记录中包含所关注图形的第一时间间隔的选择;以及

[0019] 处理器,其布置用于在第一时间间隔内的多个时间段中计算生理信号的相应特征值,连接计算出的值以形成所关注图形的标记,以及通过将第二时间间隔中的信号与标记进行匹配来识别所关注图形在第二时间间隔过程中的生理信号中的再次出现。

[0020] 根据本发明的一个实施例,还提供一种用于分析生理信号的计算机软件产品,所述产品包括一种计算机可读介质,程序指令存储于所述可读介质中,当计算机读取时,所述指令命令计算机接受生理信号记录中包含所关注图形的第一时间间隔的选择,计算第一时间间隔内多个时间段中生理信号的相应特征值,连接计算出的值以形成所关注图形的标记,以及通过将第二时间间隔中的信号与所述标记进行匹配来识别所关注图形在第二时间间隔过程中的生理信号中的再次出现。

[0021] 结合如下实施例的详细说明和附图,本发明将得到更为充分的理解:

#### 附图说明

[0022] 图1是根据本发明一个实施例的心电信号分析系统的示意性图解;

[0023] 图2是根据本发明一个实施例的示意性示出心电信号分析系统示例性显示内容的示意图;以及

[0024] 图3是根据本发明一个实施例的示意性示出分析心电信号的方法的流程图。

## 具体实施方式

[0025] 本发明的实施例提供用于自动检测心电和其他生理信号中所关注图形的改进方法和系统。这些图形通常表征某些疾病和事件。成功检测这些图形可具有显著的诊断价值。

[0026] 在一些实施例中，心电分析系统对患者进行心电测量，并且将测量的心电信号显示给内科医生。内科医生在显示的信号中识别出示例性的所关注图形的出现，并将含有该图形的时间间隔指示给系统。

[0027] 图形处理器分析所述时间间隔，并且生成该图形的特征标记。通常，处理器将所述时间间隔沿时间轴分成多段，并且计算每段中的信号特征。处理器使用不同时间段的信号特征序列作为图形标记。例如，信号特征可以包括该时段中信号增强或减弱的指示。

[0028] 图形处理器扫描心电信号并且检测所关注的其他图形的出现。该处理器识别时间间隔，其中信号与图形标记匹配。在一些实施例中，图形标记包括字符串，其中每时段信号特征值用相应的字符表示。在这些实施例中，该处理器使用字符串匹配方法来检测图形的出现。将检测到的图形出现进行标记并显示给内科医生。

[0029] 本文所述的方法和系统无需内科医生手动扫描冗长的心电信号轨迹来检测所关注的图形的繁琐耗时的工作。此外，这些方法和系统是基于示例性图形的自动分析，而不是基于图形的明确的数量定义，图形的明确的数量定义有时很难确切限定。

[0030] 图 1 是根据本发明的实施例的心电信号分析系统 20 的示意性图解。该系统使用心电监护仪 28 测量患者 24 的心电图。心电监护仪使用一个或多个连接到患者身体的电极 32。电极感测患者心脏的电活动，并且产生相应的电信号，本文中称之为心电信号。心电信号通过电缆 36 提供到心电监护仪。心电监护仪通常输出心电轨迹，该轨迹绘制出随时间变化的心电信号。

[0031] 操作员 42，通常为心脏专科医师或其他内科医生，检查心电信号并且尝试辨识心脏病症，诸如所关注的的心脏事件或病状。在很多情况下，心电信号中的特征图形可指示心脏病症。操作员通常能够检测心电信号中孤立出现的所关注的图形。然而，在一组冗长的心电轨迹中手动检测多次出现的此类图形是相当繁琐、耗时和易错的工作。另一方面，为了能够以高质量自动检测而量化地并且明确地限定所关注的图形通常较难。经验丰富的心脏专科医师通常能够识别出具有诊断重要性的心电信号段，例如异常的瞬间指示，而未必能够量化这种识别的理由。

[0032] 根据操作员所识别的图形的例子，本文所述的方法和系统能自动检测出现的所关注图形。在一些实施例中，监护仪 28 测量的心电信号提供到图形处理器 40。所述图形处理器通过显示器 44 为操作员显示心电信号。示例性的显示器屏幕截图在下图 2 中示出。操作员使用输入装置 46，如键盘或鼠标，在显示的信号中识别并标记一个或多个所关注的图形。处理器 40 获悉标记图形的特征，并且自动识别后续和 / 或先前记录的心电信号中另外出现的这种图形。

[0033] 原则上，操作员通过标记或以其他方式向处理器 40 指示包括所关注图形的时间间隔。处理器 40 将标记的时间间隔沿时间轴分为多个区段，并且描绘出每个区段的心电信号的特点。在一个典型的实施方式中，所述时间间隔被分成 5 至 10 个区段。但是作为另外一种选择，可使用任何其他适合数目的区段。

[0034] 处理器 40 采用时间间隔的不同区段中的信号特征值序列来作为图形标记。处理器随后扫描心电信号以查找其他出现的这种图形,即心电信号与标记匹配的其他时间间隔。图形表征和匹配过程在下图 3 中有更为详细的描述。

[0035] 处理器 40 通常包括通用计算机,在所述计算机上安装软件来执行本文所述的功能。软件可以电子方式,例如通过网络,下载到处理器,或者还可以通过有形媒体,如只读存储光盘,提供给处理器。作为另外一种选择,处理器 40 的一些元件可以通过使用硬件或使用硬件和软件元件的组合来实现。

[0036] 系统 20 的结构是示例性结构,只是为了概念的明晰性而选择。本文所述的方法也可以用于另外的系统结构中。例如,心电监护仪 28 和图形处理器 40 的功能可以整合到单个装置中。该装置可以制成适于患者长时间佩戴的、小巧的便携式心电图分析装置。作为另外一种选择,处理器 40 并不实时分析心电测量值,而是可以离线方式使用,以在先前获取的心电测量集合中查找图形。在一些实施例中,处理器 40 也可以提供有关图形出现的统计信息,例如在某个时间段内出现的总数和平均出现率。

[0037] 另外或作为另外一种选择,所关注的图形可以从外部,例如从心电图特征图形库提供。系统 20 也可以用来定义已经发现与某些类型的病状或事件相关的图形库。该图形库可以分发给其他心脏专科医师或系统,用于处理从其他患者收集的心电信号。

[0038] 图 2 是根据本发明的实施例的图表,该图表示性地示出系统 20 的示例性屏幕截图显示内容,所述屏幕截图显示内容在显示器 44 上显示给内科医生。该图示出源于 12 个电极 32 的 12 个心电信号。标示为“新信号 2”和“新信号 4”的两个所关注的图形已经由内科医生预先定义。处理器 40 同时检测心电信号中两个图形的出现。在本例中,在显示的心电信号上使用阴影区来标记检测到的出现。作为另外一种选择,可以使用任何其他适合的指示来标记所述出现,例如使用不同的颜色、图标或高亮区。

[0039] “新信号 2”图形的出现标示为 50A,并且用某种阴影图案来标记,而“新信号 4”图形的出现标示为 50B,并且用不同的图案来标记。匹配的质量或置信度在每个出现处的旁边用百分比表示。

[0040] 匹配窗口 52 示出具体出现与所关注图形的匹配。曲线 54 和 56 分别示出了该图形和其中一个出现,其中一条曲线在另外一条曲线的上方。多种控制器 58 使内科医生可以冻结显示的心电信号、选择具体的出现、添加另一个所关注的图形等。图 2 中所示的屏幕截图为示例性显示内容。在可选的实施例中,可采用任何其他合适的人机界面 (MMI) 的特征和方法。

[0041] 图 3 是根据本发明的实施例的流程图,该流程图示意性地示出分析心电信号的方法。该方法以系统 20 在采集步骤 60 处采集心电信号开始。采集的信号以实时或离线方式显示给操作员。在图形指示步骤 62 中,操作员识别并且标记含有所关注图形的时间间隔。

[0042] 在分段步骤 64 处,图形处理器 40 将操作员标记的时间间隔分成若干段。在标记产生步骤 66 处,图形处理器描绘每个区段中的心电信号的特征并且生成基于信号特征序列的图形标记。例如,处理器可以确定每个区段中信号是否沿区段增强或减弱。处理器可以于是产生“上升”和“下降”指示的序列,其可用作所关注图形的特征标记。在这些实施例中,通常以足够高的分辨率选择区段数,以使得每个区段内的信号可能是单调的。

[0043] 另外或作为另外一种选择,为了描绘不同区段的特征,例如区段内信号的正或负

斜率、信号振幅、归一化振幅、直流偏移、频谱和 / 或信号片段, 处理器可以使用任何其他适合的参数。

[0044] 在一些实施例中, 处理器 40 用字符串表示图形标记, 其中每个区段由一个字符表示。例如, 信号增强的区段可以用“U”字符表示。信号减弱的区段可以用“D”字符表示。随后将表示区段的字符连接成字符串, 如“UDDUUDUDU... UUD”, 并将字符串用作标记。所述标记也可以用二进制字表示, 其中每个字节表示信号在各自区段中是否增强或减弱 (例如“0”表示减弱的区段, “1”表示增强的区段, 反之亦然)。

[0045] 在一些实施例中, 处理器 40 测量标记的时间间隔内心电信号的一个或多个缩放参数。这些缩放参数与标记一起存储, 并随后用于与其他出现的图形进行匹配。例如, 信号的平均振幅可以用作缩放参数。另外或作为另外一个选择, 处理器可以计算所关注的图形的波谱, 并确定波谱中的一个或多个主频。所述主频可以用作缩放参数。

[0046] 在扫描步骤 68 处, 由于已产生图形标记, 处理器 40 扫描心电信号并试图检测其他出现的所关注图形。根据使用的系统结构, 处理器 40 可以在采集时监测实时或缓冲的心电测量值, 或以离线方式扫描先前测量的心电信号主体。

[0047] 在缩放步骤 70 处, 处理器对应所关注图形的缩放参数来缩放扫描的心电信号的一部分。例如, 处理器可以将扫描信号的平均振幅归一化, 以便与所关注图形的平均振幅匹配。作为另外一个示例, 处理器可以进行扫描信号的光谱缩放, 以使其主频与所关注图形的主频匹配。光谱缩放可以看作相对于所关注图形的时间轴缩放 (即拉伸或压缩) 扫描信号的时间轴。为此, 处理器可以计算扫描信号部分的快速傅立叶变换 (FFT)。

[0048] 在匹配步骤 72 处, 处理器 40 试图在与图形标记匹配的扫描心电信号中查找时间间隔。例如, 当用字符串表示所关注图形时, 处理器将扫描和缩放的信号部分分成区段, 描绘每个区段的特征, 并且为每个区段分配一个字符。因此扫描的信号部分用一长串的字符表示。然后, 处理器试图在表示扫描的信号部分的字符串中查找表示图形标记的子字符串。本领域已知的任何适合的字符串匹配方法都可用于此目的。每次匹配都被认为是扫描信号中图形的一次出现。

[0049] 在出现指示步骤 74 处, 处理器 40 在显示器 44 上标记检测到的出现。通常当图形出现时, 处理器标记所检测的时间间隔。由于处理器可以同时搜索若干图形, 因此在每个出现旁边标明正在检测的图形。在一些实施例中, 每次出现也以给定的唯一名称或数字显示。处理器还可以在每次检测到的出现旁边显示匹配的置信度或质量度量。

[0050] 在一些实施例中, 操作员为处理器 40 识别并标记出给定的所关注图形的多个例子 (实例), 并且处理器根据多个例子计算图形标记。例如, 当测量噪声很高时, 或当一个或多个例子质量差或不足以代表查到的图形时, 该特征通常可以提高匹配性能。通常, 处理器 40 将不同的例子分成相同数目的区段, 并且叠加平行区段 (即不同图形例子中的相应区段) 的信号特征。处理器可以通过平均、筛选、加权、多数表决、或任何其他适合的叠加技术来叠加平行区段的信号特征。

[0051] 虽然本文所述的实施例主要讨论心电信号中图形的识别, 但是本发明的原理也可用来检测其他生理信号中的图形, 所述生理信号如脑电信号 (EEG) 和呼吸信号。

[0052] 因此应该认识到上述实施例是以举例的方式引用, 并且本发明不限于上文中具体示出和描述的内容。更确切地说, 本发明的范围包括上文所述各种特征的组合与子组合, 以



及本领域技术人员在阅读上述说明后可想到的不在现有技术范围内的变形形式和修改形式。

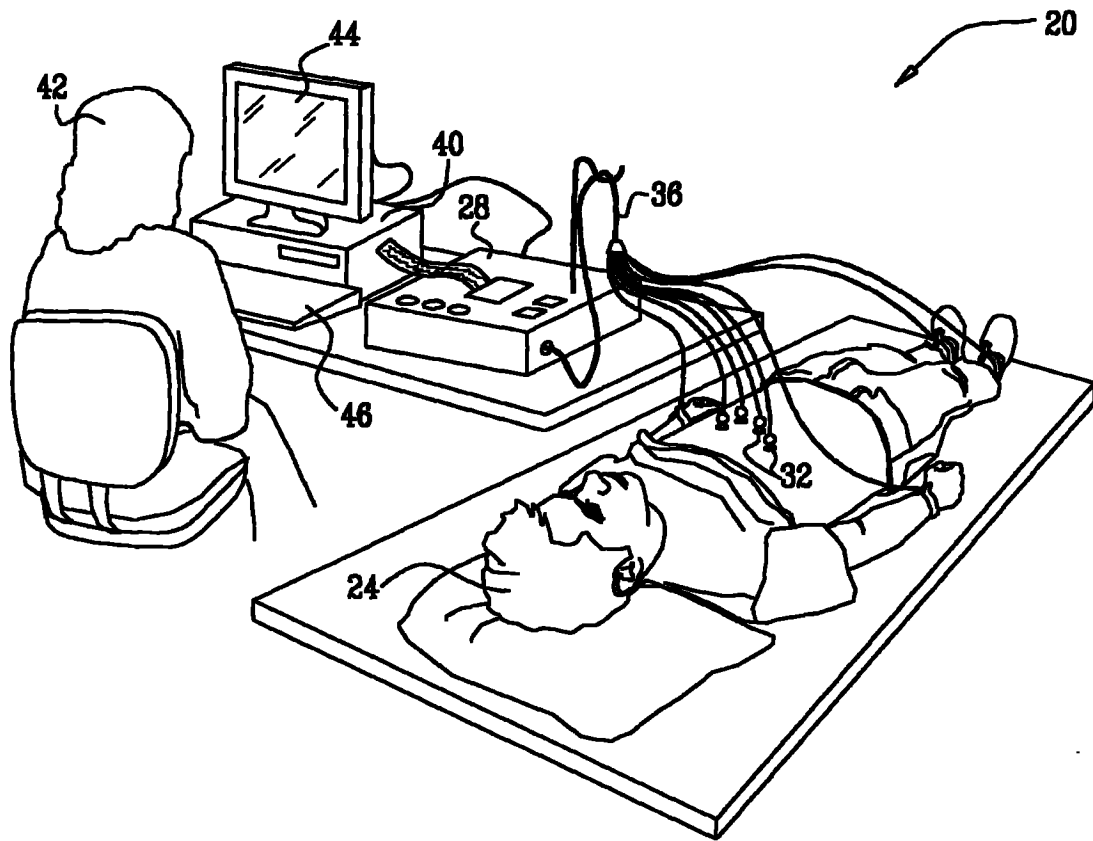


图 1

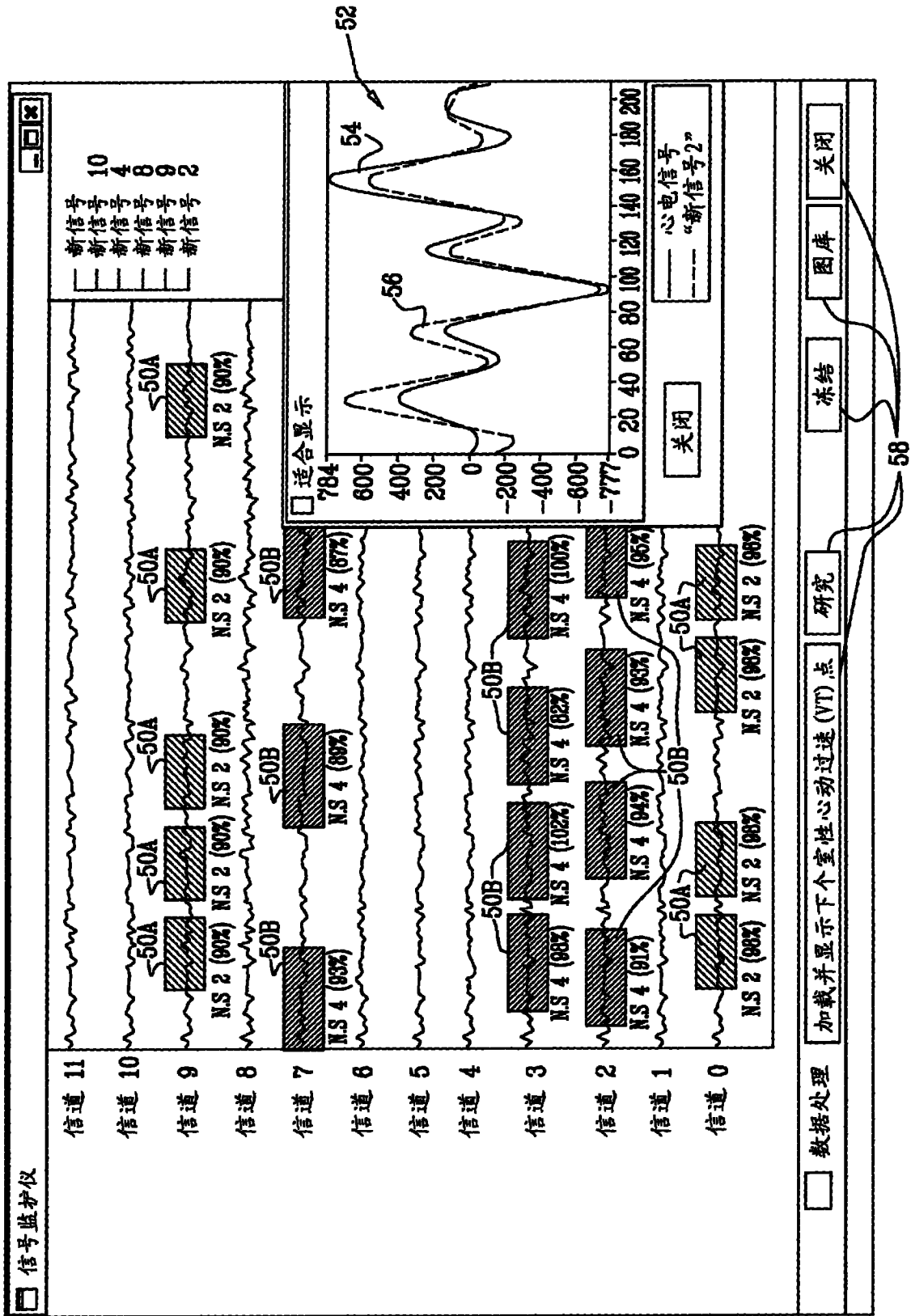


图 2

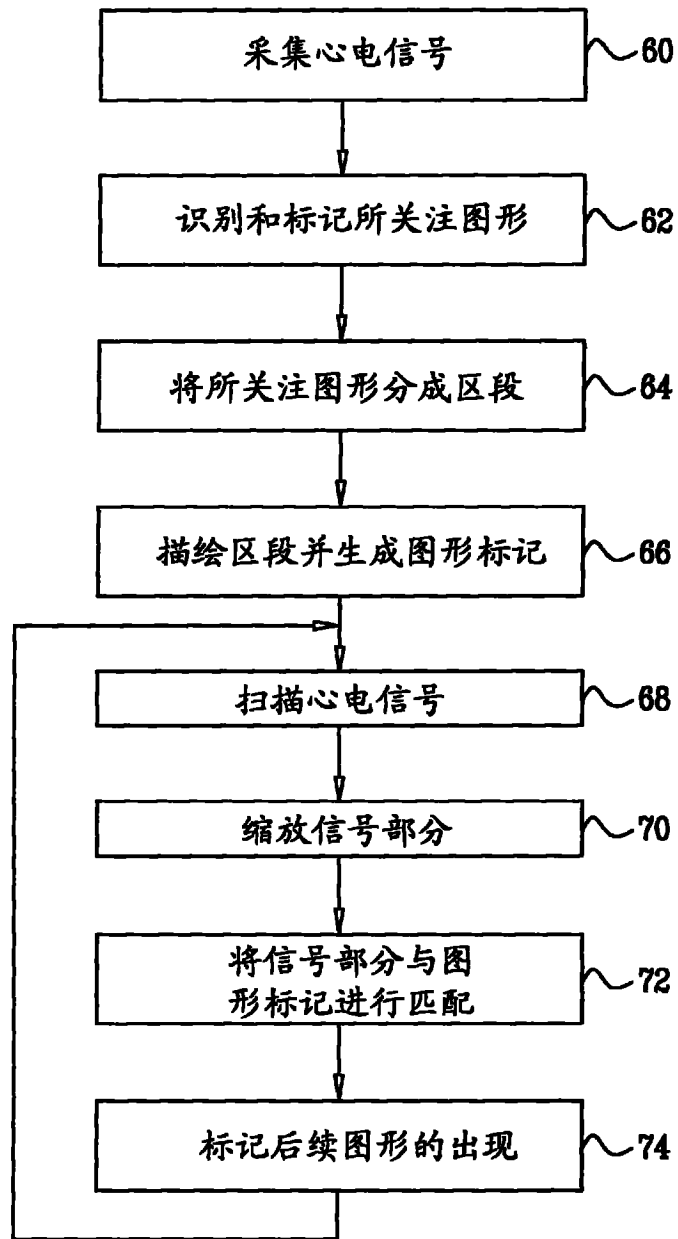


图 3