



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108366750 A

(43)申请公布日 2018.08.03

(21)申请号 201680074067.7

(22)申请日 2016.10.04

(30)优先权数据

14/885020 2015.10.16 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.06.15

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/055350 2016.10.04

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/066045 EN 2017.04.20

(71)申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 J.Q.薛

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 姜冰 闫小龙

(51)Int.Cl.

A61B 5/0452(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

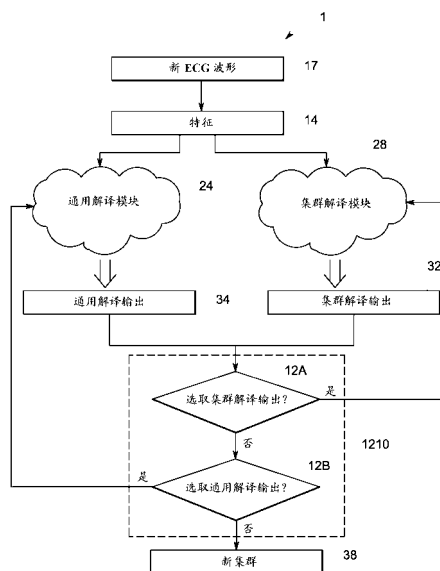
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

ECG波形的自适应解译的系统和方法

(57)摘要

集群数据库包含组织成集群的现有ECG数据集,其中每个现有ECG数据集包含带有至少一个对应现有特征和现有解译的现有ECG波形。每个集群由具有共同现有特征的现有ECG数据集组成。集群训练模块可由处理器执行以接收新ECG波形和从新ECG波形提取的特征。集群训练模块随后基于所述特征来选择集群解译模块,其中针对来自集群数据库的集群之一对集群解译模块进行训练。集群训练模块处理新ECG波形和/或特征以提供集群解译输出。集群解译输出随后被显示在用户界面上,并且集群训练模块经由用户界面接收接受或拒绝集群解译输出的临床医生输入。



1. 一种用于ECG波形的自适应解译的系统,所述系统包括:
处理器;
组织成集群的现有ECG数据集的集群数据库,其中每个现有ECG数据集包含带有至少一个对应现有特征和现有解译的现有ECG波形,并且其中所述集群是具有共同现有特征的现有ECG数据集;
用户界面;以及
集群训练模块,可由所述处理器执行以:
接收新ECG波形和从所述新ECG波形提取的特征;
基于所述特征来选择集群解译模块,其中针对来自所述集群数据库的所述集群之一对所述集群解译模块进行训练;
处理所述新ECG波形和/或所述特征以提供集群解译输出;
在所述用户界面上显示所述集群解译输出;以及
经由所述用户界面接收接受或拒绝所述集群解译输出的临床医生输入。
2. 权利要求1所述的系统,其中所述集群训练模块可执行以基于所述临床医生输入来进一步训练所述集群解译模块。
3. 权利要求1所述的系统,其中如果所述临床医生输入拒绝所述集群解译输出,则所述集群训练模块可执行以基于所提取的特征来创建新集群。
4. 权利要求1所述的系统,进一步包括针对现有ECG数据集的通用数据库进行训练的通用解译模块,其中所述解译模块可由所述处理器执行以处理所述新ECG波形和/或所提取的特征,以便提供通用解译输出。
5. 权利要求4所述的系统,其中所述系统被配置使得如果由所述集群训练模块接收的所述临床医生输入拒绝所述集群解译输出,则所述通用解译模块在所述用户界面上显示所述通用解译输出。
6. 权利要求5所述的系统,其中所述通用解译模块可进一步由所述处理器执行以经由所述用户界面接收接受或拒绝所述通用解译输出的临床医生输入。
7. 权利要求6所述的系统,其中所述集群训练模块可执行以:如果所述临床医生输入拒绝所述集群解译输出和所述通用解译输出,则基于所提取的特征来创建新集群。
8. 权利要求1所述的系统,其中所述通用解译模块和所述集群训练模块中的至少一个是神经网络或判定树。
9. 一种用于ECG波形的自适应解译的方法,所述方法包括:
接收新ECG波形;
从所述新ECG波形提取至少一个特征;
基于所述特征来选择集群解译模块;
处理所述新ECG波形和/或所提取的特征以提供集群解译输出;
在用户界面上显示所述集群解译输出;
经由所述用户界面接收接受或拒绝所述集群解译输出的临床医生输入;以及
基于所述临床医生输入来进一步训练所述集群解译模块。
10. 权利要求9所述的方法,其中针对来自现有ECG数据集的集群数据库的集群对所述集群解译模块进行训练,其中每个现有ECG数据集包含带有至少一个对应现有特征和现有

解译的现有ECG波形,并且其中每个集群由具有共同现有特征的ECG数据集组成。

11. 权利要求9所述的方法,进一步包括如果所述临床医生输入拒绝所述集群解译输出,则基于所提取的特征来创建新集群。

12. 权利要求9所述的方法,进一步包括通过通用解译模块来处理所述新ECG波形和/或所提取的特征以提供通用解译输出,其中针对现有ECG数据集的通用数据库对所述通用解译模块进行训练。

13. 权利要求12所述的方法,进一步包括在所述用户界面上显示所述通用解译输出。

14. 权利要求13所述的方法,进一步包括接收接受或拒绝所述通用解译输出的临床医生输入。

15. 权利要求14所述的方法,进一步包括基于所述临床医生输入来进一步训练所述通用解译模块。

16. 权利要求14所述的方法,进一步包括如果所述临床医生输入拒绝所述集群解译输出和所述通用解译输出,则基于所提取的特征来创建新集群。

17. 权利要求9所述的方法,进一步包括基于来自现有ECG数据集的集群数据库的集群来训练至少一个集群解译模块以提供所述集群解译输出的初始步骤,其中每个现有ECG数据集包含带有至少一个对应现有特征和现有解译的现有ECG波形,并且其中每个集群由具有共同现有特征的ECG数据集组成。

18. 一种其上存储有计算机可执行指令的非暂态计算机可读介质,其中所述指令包含步骤,所述步骤包括:

接收新ECG波形;

从所述新ECG波形提取至少一个特征;

基于所述特征来选择集群解译模块;

其中针对来自现有ECG数据集的集群数据库的集群对所述集群解译模块进行训练,其中每个现有ECG数据集包含带有至少一个对应现有特征和现有解译的现有ECG波形,并且其中每个集群由具有共同现有特征的ECG数据集组成;

通过所述集群解译模块来处理所述新ECG波形和/或所提取的特征以提供集群解译输出;

在用户界面上显示所述集群解译输出;

接收接受或拒绝所述集群解译输出的临床医生输入;以及

基于所述临床医生输入来进一步训练所述集群解译模块。

19. 权利要求18所述的非暂态计算机可读介质,其中所述指令包含所述步骤,所述步骤进一步包括:

通过通用解译模块来处理所述新ECG波形和/或所提取的特征以提供通用解译输出,其中针对现有ECG数据集的通用数据库对所述通用解译模块进行训练;

在用户界面上显示所述通用解译输出;以及

接收接受或拒绝所述通用解译输出的临床医生输入。

20. 权利要求19所述的非暂态计算机可读介质,其中所述指令包含所述步骤,所述步骤进一步包括:如果所述临床医生输入拒绝所述集群解译输出和所述通用解译输出,则基于所提取的特征来创建新集群。

ECG波形的自适应解译的系统和方法

背景技术

[0001] 用于解译ECG波形的系统和方法当前可用于协助临床医生解译波形并基于ECG波形来评估患者心脏健康。当前可用系统和方法通常处理ECG波形数据并且基于其来提供建议的解译。通常使用现有ECG波形数据的数据库来离线训练这些当前可用系统和方法。因此,更新和/或扩展现有解译方法和系统通常要求离线训练和开发,并且随后启用新产品版本或产品更新。

发明内容

[0002] 本发明减轻了由发明人所认识到的与当前可用于ECG波形的解译的系统和方法有关的问题。例如,本发明人已认识到,通过利用最近获取的波形解译来训练和更新解译系统和方法,能够改进用于ECG波形的解译的系统和方法。另外,本发明人已认识到,新系统版本和/或更新的周期性发布是烦琐的,并且不是理想的。例如,新版本或更新的安装要求在供应商和用户部分上的额外努力以便安装新版本和/或更新。另外,在新版本和/或更新的定时中间,由于本来能够但未被用于改进系统和/或方法的反馈的新信息被生成,因此,系统未正被优化。鉴于认识到这些问题,发明人开发了本文中公开的系统和方法。此发明内容被提供以引入下面在具体实施方式中进一步描述的概念的选择。此发明内容无意于标识所要求保护的主题的关键或中心特征,也无意于被用作帮助限制所要求保护的主题的范畴。

[0003] 在一个实施例中,用于ECG波形的自适应解译的系统包含处理器、集群数据库、用户界面和集群训练模块。集群数据库包含组织成集群的现有ECG数据集,其中每个现有ECG数据集包含带有至少一个对应现有特征和现有解译的现有ECG波形。每个集群由具有共同现有特征的现有ECG数据集组成。集群训练模块可由处理器执行以接收新ECG波形和从新ECG波形提取的特征。集群训练模块随后基于所述特征来选择集群解译模块,其中关于来自集群数据库的集群之一对集群解译模块进行训练。集群训练模块处理新ECG波形和/或特征以提供集群解译输出。集群解译输出随后被显示在用户界面上,并且集群训练模块经由用户界面来接收接受或拒绝集群解译输出的临床医生输入。

[0004] 在用于ECG波形的自适应解译的一个实施例中,接收新ECG波形,并且从新ECG波形提取至少一个特征。随后基于所述特征来选择集群解译模块,并且处理新ECG波形和/或所提取的特征以提供集群解译输出。所述方法进一步包含在用户界面上显示集群解译输出,接收接受或拒绝集群解译输出的临床医生输入,并且基于临床医生输入来进一步训练集群解译模块。

[0005] 本文中呈现了其上存储有计算机可执行指令的非暂态计算机可读介质,其中在一个实施例中,指令包含以下步骤:接收新ECG波形;从新ECG波形提取至少一个特征;基于所述特征来选择集群解译模块;以及通过集群解译模块来处理新ECG波形和/或所提取的特征以提供集群解译输出。针对来自现有ECG数据集的集群数据库的集群对集群解译模块进行训练,其中每个现有ECG数据集包含带有至少一个对应现有特征和现有解译的现有ECG波

形,并且其中每个集群由具有共同现有特征的ECG数据集组成。所述指令可进一步包含在用户界面上显示集群解译输出,接收接受或拒绝集群解译输出的临床医生输入,并且基于临床医生输入来进一步训练集群解译模块。

[0006] 从连同附图所采取的以下描述中,将使本发明的各种其它特征、目的和优点显而易见。

附图说明

[0007] 附图图示了目前设想的实行本公开的最佳模式。在附图中:

图1描绘了ECG波形的自适应解译的示范性方法的流程图。

[0008] 图2描绘了ECG波形的自适应解译的方法的另一实施例的流程图。

[0009] 图3描绘了训练集群模块的示范性方法。

[0010] 图4描绘了训练通用输入模块的示范性方法。

[0011] 图5以图解的方式描绘了用于ECG波形的自适应解译的示范性系统。

具体实施方式

[0012] 图1以图解的方式例示了用于ECG波形的自适应解译的系统1。图2是描绘了ECG波形的对应方法50自适应解译的流程图。在图1中,接收新ECG波形17。新ECG可以例如是来自ECG监视装置的ECG记录。新ECG波形17可由各种类型的ECG测试中的任何测试产生的数据所组成,并且可采用可用的多个数据形式中的任何形式。例如,新ECG波形17可以是12导联ECG,诸如十秒12导联测试ECG,其是通常执行的诊断ECG测试。备选的是,新ECG 17可由诸如缩短导联布置或Holter导联布置的备选导联布置来产生。在还有的其它实施例中,新ECG波形17可以是ECG波形的导出集,诸如从使用ECG导联的精简集所收集的ECG数据中运算的导出12导联ECG。从备选电极配置导出12导联ECG的此类系统和方法在本领域中是公知的,并且包含例如纽约斯卡奈塔第(Schenectady)的General Electric Company的12RL系统或由荷兰阿姆斯特丹的Koninklijke Philips N.V.所生产的EASI系统。

[0013] 一个或多个特征14诸如通过本领域中公知的用于从ECG波形提取特征的许多特征提取方法和系统中的任何方法和系统从新ECG波形17提取。如技术人员鉴于本公开将理解的,并且如相对于现有波形4的现有特征5所例示的,特征14可描述ECG形态或窦性心律的任何方面或元素,并且可集中在偏离正常ECG波形的ECG波形的元素或方面上。特征14还可以是在同时出现时具有临床意义的形态和/或心律特性的任何集或群组—例如,一起指示患者的心脏状况的QRS、ST和T波形态和心律模式。

[0014] 新ECG波形数据17和对应特征14随后由两个不同解译模块(通用解译模块24和集群解译模块28)来解译。如本文中详细讨论的,解译模块24、28是通过诸如神经网络、判定树或统计分类算法的任何数量的可用机器学习技术来生成的训练模块。如查看本公开的本领域技术人员将理解的,神经网络(或人工神经网络)指的是带有线性或非线性单元的分层结构,其能够通过不同优化方法被训练以最小化所定义的误差函数,并且能够从大量的输入来生成。神经网络通常被呈现为在相互之间交换消息的互连“神经元”的系统。连接具有能够基于对系统的反馈来调谐的数字权重,使神经网络自适应于输入并且能从示例中学习。同样地,将理解的是,判定树是将关于项或输入的观察映射到关于项的或输入的目标值

的推断的预测模块。判定树学习是在数据挖掘和机器学习中经常使用的建模方案,并且包含其中目标变量能够在每层中采用分支的有限集且分类能够经过树的有限数量层而被达到的分类树方案、以及其中目标变量能够采用连续值的递归(其是最通用的统计方案之一)。还将理解的是,可使用完全监督学习(包含上面提及的许多算法类型)或无监督和监督学习(诸如基于主成分分析生成的特征集的监督学习、或能够具有相对更多层的深度学习方法)的组合来训练解译模块24和28。学习基于具有波形的正确标识解译的现有数据集而发生,所述波形的正确标识解译被用作针对其而对分类符进行训练的正确观察或示例。通用解译模块24和集群解译模块28可通过任何上面列出的机器学习方法来构建和训练,并且可通过相同方法或者通过不同方法来训练和构建。

[0015] 通用解译模块24和集群解译模块28相互不同,表现在使用不同数据集来训练它们。针对现有ECG数据集的通用数据库对通用解译模块24进行训练,所述现有ECG数据集包含具有指示任何和所有不同诊断分类的任何和所有不同类型的波形形态的数据集。还参照图4,通用数据库22包含现有数据集3a-3n。每个现有数据集3包含现有ECG波形4。现有ECG波形可以是未处理的数字化ECG数据,或者它可包含已被处理或调整以用于分析(诸如经滤波以去除噪声)的ECG波形。与每个现有ECG波形4关联的是至少一个现有特征5和与其对应的现有解译6。使用特征提取技术,从现有ECG波形4提取每个现有特征5。本领域技术人员将理解,鉴于本公开,多个特征提取技术在本领域中可用,并且可适合于目前公开的系统和方法中的应用。例如,特征提取可确定ECG波形的一个或多个部分(包含每个PQRST段)中的振幅和间隔。全局特征可包含但不限于心率、QRS持续期、PR间隔、QT/QTc间隔等。逐导联特征可包含但不限于P/QRS/ST/T/U波持续期、振幅和定时信息。心律特征可包含但不限于同步和不同步的P波(窦性、房性心律失常、AFIB/心动)、QRS跳动图(正常、束支阻滞、PVC、VT/VF)、和T波及其变化。每个现有数据集3a-3n还包含现有ECG波形4的至少一个现有解译6,其优选已由临床医生输入或由其验证以确保准确性。现有解译6基于现有ECG波形4的一个或多个现有特征5来提供生理状况的分类或诊断。因此,通用数据库22包含带有所有种类的现有特征5和现有解译6的现有数据集3a-3n,并且未根据具体特征5来定义或分离。

[0016] 另一方面,由集群训练模块26用于训练一个或多个集群解译模块28的集群数据库20包含被组织成集群10的数据集3a-3n,其是具有共同现有特征5的现有ECG数据集3a-3n的群组。集群数据库20在图3中例示,其中集群10、10'是带有共同现有特征5a-5n的现有数据集3a-3n的群组。如在图中所示出的,集群10包含现有数据集3a和现有数据集3b,此两者共享“病理性Q波”的现有特征5a'和5b'。同样地,集群10'包含现有数据集3a、3b和3n,其全部共享“ST抬高”的现有特征5a、5b和5n。如下面更详细所讨论的,针对一个集群10对集群解译模块28进行训练,并且因此针对共享共同现有特征5的现有数据集3a-3n的群组进行训练。相应地,基于在新ECG波形中的一个或多个特征,选取适合的集群解译模块28以便应用于该新ECG波形17,这也在下面被更详细地解释。

[0017] 新ECG波形17和一个或多个特征14由通用解译模块24处理,以便产生通用解译输出34,其是描述通用解译模块24已基于新ECG波形17的特征来达成的心脏病理学或诊断的输出。同样地,新ECG波形17和特征14在集群解译模块28中被处理,以便产生集群解译输出32,其是由集群解译模块28基于与新ECG波形17隔离的特征14中的一个或多个特征所生成的生理分类或诊断。在图2中图示的一个优选实施例中,基于单个特征14或一起出现并且其

联合出现具有病理意义的一组特征14来选择集群解译模块28。

[0018] 随后,能够相互比较通用解译输出34和集群解译输出32。通用解译输出34和集群解译输出32可以是相同的,或者它们可以是不同的。两个输出32和34可每次一个地向临床医生呈现以用于分析。例如,假设通用解译输出34不同于集群解译输出32,则临床医生可选取更准确的输出。例如,可向临床医生呈现选取集群解译输出32的选项。如果他们同意集群解译,则此新ECG及其特征集将被添加到集群以增强带有有关解译的此特征集的置信度级别。如果临床医生不同意集群解译,则通用解译输出24将被呈现。此选项可例如在用户界面1210上被呈现,并且临床医生可提供关于集群解译输出32和通用解译输出24中的一个或多个输出的输入12a、12b。如果临床医生提供选取集群解译输出32的输入12a,则集群解译模块28可通过基于集群解译输出32为正确的验证来提供肯定反馈而被更新以考虑从解译新ECG波形17和关联特征14中学习的信息。同样地,如果临床医生提供输入12b以选取通用解译输出,则通用解译模块63可被更新,提供基于新ECG波形17所提供的通用解译输出64为正确的肯定反馈。在一个实施例中,可按顺序向临床医生提供选取相应输出的选项,其中仅当集群解译输出32被拒绝时才呈现通用解译输出34。选项能够以任一顺序被呈现,并且因此备选布置可先呈现通用解译输出34。在其它实施例中,如果临床医生提供对任一选项选择“否”的输入12a、12b,拒绝相应输出32或34,则基于输出32、34由于不正确而被拒绝的事实,可向该相应模块28或24提供否定反馈。相应地,在一个实施例中,如果临床医生提供“否”输入12a以拒绝集群解译输出32,则向集群解译模块28提供否定反馈;并且如果临床医生提供“否”输入12b以拒绝通用解译输出34,则向通用解译模块24提供否定反馈。然而,在其它实施例中,并且根据图1中的描绘,可只提供肯定反馈。

[0019] 备选的是或除提供反馈外,如果临床医生提供“否”输入12a和12b,拒绝两个输出32和34,则可在集群数据库20中创建新集群38。在此类实施例中,新数据集将被添加到含有新ECG波形17和由特征14所指定的集群的集群数据库20,针对这选择了产生被拒绝的集群解译输出32的集群解译模块28。另外,可执行噪声异常值检查(noise outlier check)以验证新添加的集群不是由来自肌肉、功率线干扰、饱和、漂移的基线等的过多噪声造成的“异常值”。

[0020] 图2示出了ECG波形的自适应解译的方法50的实施例。在所描绘的实施例中,在步骤51接收新ECG波形数据17。随后,在步骤52通过特征提取算法或模块来处理新ECG波形17。如上所述,特征提取在本领域中是公知的,并且多个不同特征提取方法和系统是可用的。例如,特征提取可确定PQRST波形的每个段的振幅和间隔。在步骤52从任何给定新ECG波形17提取一个或多个特征14。随后,根据所描绘的实施例的步骤,由集群训练模块26来处理所提取的特征14和/或新ECG波形数据17。在步骤53,由集群训练模块26自动选择在步骤52提取的特征14之一。例如,集群训练模块26可选择在新ECG波形数据17中最显著的特征14,诸如与正常范围有最大相对偏差的特征。备选地或另外地,集群训练模块26可具有特征14的预确定的层级,并且因此可被编程以选择优于其它特征的某些特征。备选地或另外地,集群训练模块26可只对有限数量的特征14具有对集群解译模块28的访问权,并且可配置成选择它已针对其训练解译算法的那些特征14。

[0021] 一旦特征14已被选择,则在步骤54,集群训练模块26搜索与该特征14关联的集群解译模块28。例如,集群训练模块26可基于现有数据集3a-3n的集群10(图3)(其具有同样匹

配在步骤53选择的特征14的共享现有特征5),来搜索集群解译模块26。备选的是,集群训练模块26可被配置使得如果未定位精确匹配,则在步骤54可选取基于指定类似现有特征5的集群10的集群解译模块28。要求的类似度可变化,并且可例如取决于可用于集群训练模块26的集群解译模块28的数量和/或集群数据库20的开发级别。如果在步骤54找到集群解译模块28,则集群训练模块26在步骤55选择该集群解译模块28,并且随后在步骤56通过所选择的集群解译模块28来处理新ECG波形17和/或所选择的特征14。在步骤57,提供集群解译输出32,并且随后在步骤58,显示集群解译输出32。临床医生随后提供关于所显示的集群解译输出32的输入12a(其在步骤59被接收)。在步骤60,分析临床医生输入12a以确定临床医生输入是接受还是拒绝集群解译输出32。

[0022] 如果在步骤60接受集群解译输出32,则在步骤61,集群训练模块26引导更新所选择的集群解译模块28,诸如以提供加强过程的肯定反馈,集群解译模块28通过所述过程得出由临床医生确认为正确的集群解译输出32。随后,在步骤62,新数据集被添加到集群数据库20,并且与在步骤54选择的关于集群解译模块28的集群10关联。新数据集包括在步骤51接收的新ECG波形和在步骤53选择的特征,以及在步骤57提供并且在步骤60验证的集群解译输出。另外,在步骤52提取的其它特征也可作为数据集的一部分被包含在内。

[0023] 如果在步骤60确定在步骤59接收的临床医生输入12a拒绝集群解译输出32,则在图2的所描绘实施例中,方法50继续到步骤63,其中通过通用解译模块24来处理新ECG波形17和提取的特征14。通用解译模块将接收新ECG波形17和/或在步骤52提取的一个或多个特征14,这由虚线36所表示。在备选实施例中,通用解译模块可在步骤63用于只处理集群训练模块26中在步骤53选择的特征,或者通用解译模块可在步骤63被采用以处理在步骤52提取的所有特征。在其中在步骤52提取多个特征并且因此在步骤53能选择多个特征的实施例中,可对于在步骤52提取的每个特征重复步骤53-62或53-71。

[0024] 在步骤64,由通用解译模块24提供通用解译输出34。随后,在步骤65显示通用解译输出34,诸如在用户界面1210上的显示。在步骤66,诸如经由用户界面1210来接收临床医生输入12(图5)。在步骤67,确定临床医生输入12是选择还是确认通用解译输出34。如果接受通用解译输出34,则更新通用解译模块24以提供关于由通用解译模块24执行的过程的肯定反馈,所述过程导致基于新ECG波形17和所提取的特征5来提供通用解译输出34。

[0025] 另一方面,如果在步骤67,临床医生输入12b拒绝通用解译输出34,则方法继续到步骤69,其中从临床医生接收新解译。来自临床医生的新解译包含新ECG波形17的一个或多个解译,诸如通过在新ECG波形17的各种导联中记录的形态和/或窦性心律所指示的诊断和/或病理。随后,在步骤70,在与在步骤52提取的一个或多个特征5有关的集群数据库中创建新集群38。在这一点,还可执行噪声异常值检查以验证新添加的集群不是由来自肌肉、功率线干扰、饱和、漂移的基线等的过多噪声造成的“异常值”。最后,在步骤71,例如如果噪声差异值被排除,则在集群数据库20中存储新ECG数据集。新ECG数据集在新集群38中,并且包含在步骤51接收的新ECG波形17、在步骤52提取的特征5、和在步骤69接收的来自临床医生的新解译。

[0026] 图3描绘了训练一个或多个集群解译模块的方法40。在步骤41,从集群数据库20选择集群10。在步骤42,选择现有数据集3a-3n,并且将其输入到集群解译模块28中。集群解译模块28随后确定在步骤43执行的分类,诸如与现有数据集3a-3n关联的诊断或患者生理。取

决于训练算法的实施例,分类可被给定各种权重,诸如置信值。随后,在步骤44分析分类以创建输出。例如,在步骤44,可分析分类,并且可消除带有诸如低置信值的低值的分类。作为说明性示例,在步骤44,可过滤在步骤43产生的分类,使得仅具有超过50%置信值的值的分类变成输出。对于高特异性解译,能够使用80%置信的阈值。在步骤45,接收与相应数据集3a-3n关联的现有解译5,并且在步骤46,比较现有解译 Y_i 和来自步骤44的输出 Y_e 。例如,如果来自步骤44的一个或多个输出 Y_e 匹配任何现有解译 Y_i ,则输出是有效的,并且1的值可被生成。对于每个输出 Y_e ,如果相应输出 Y_e 不匹配任何现有解译 Y_i ,则0的值被生成。相应地,在步骤46生成误差值E。例如,在有多个输出 Y_e 的情况下,误差值通过在标记的值与来自系统的运算的值之间的解译误差的群组的整体来表示,其中符号E作为期望值。相应地,在步骤46的误差期望值E可表示对于该特定数据集3为正确的输出 Y_e 的一部分或某个百分比。随后,在46对于每个输出 Y_e 所生成的误差E作为反馈被提供到集群解译模块28,以自适应地改变学习系统的系数,并且因此将影响用于确定分类的步骤43的将来执行。在理想的情况下,误差期望E随着添加更多数据集而被逐渐降低,也称为“收敛”。系统可设置误差边界,要求任何将来训练将不超过指定的期望误差E。此过程将保证任何演进解译算法将表现得不会差于预训练的算法。

[0027] 在步骤47,对于系统生成平均误差,其是由集群解译模块28对于此特定集群10生成的针对每个输出 Y_e 的误差E的平均值。在步骤48,确定平均误差是否在可接受限度内。如果是的话,则训练方法40可在步骤49结束。如果平均误差太高,则与在步骤41选择的集群关联的更多输入数据在步骤42被输入以进一步训练所述模块。

[0028] 如上所述,每个集群10是基于现有特征5的数据集3的编组。在图3中提供的示例中,例示了两个集群10、10'。集群10包含现有数据集3a和3b,其各自共享“病理性Q波”的现有特征5a'、5b'。本领域技术人员将理解,“病理性Q波”的各种定义在本领域中是可用且公知的,并且可在本文公开的方法和系统内被应用。同样地,集群10'包含现有数据集3a、3b、3n,因为它们全部共享“ST抬高”的现有特征5a、5b、5n。本领域技术人员将理解,ST抬高的各种特定定义在本领域中是可用的,并且任何各种定义可被应用以供在目前公开的系统和方法中使用。另外,每个集群10、10'可基于现有特征5的更特定定义或编组,诸如基于更窄限定或特定的波形特征。在图3提供的示例的上下文中,例如,可基于ST抬高或病理性Q波的具体量级或形态来定义每个集群10、10'。例如,集群10、10'可基于在集群10、10'中的现有数据集3的每个现有波形4的Q波段或ST波段中看到的值的特定模式。

[0029] 备选地或另外地,集群可基于ST抬高或病理性Q波被定位于哪些导联中。在备选实施例中,训练集群解译模块28的方法40可继续,直到该集群10中的所有现有数据集3a-3n被处理了至少必须预先具备的次数,其可以是整个集群10、10'的一个或多个处理周期。如上所述,集群解译模块28可以是通过机器学习来训练的任何模块,诸如神经网络或判定树。相应地,相关领域技术人员将理解,图3中对于训练集群解译模块28所呈现的方法80的变化可以是适合的。

[0030] 图4描绘了训练通用解译模块24的方法80的实施例。在步骤82,接收现有数据集3a、3n。在步骤81,通过通用解译模块24处理现有数据集3a、3n以生成分类。在步骤82,对相应现有数据集3a、3n的现有波形4运行特征提取算法以从其中提取特征。在备选实施例中,训练方法80可转而将现有特征5用于训练。在步骤83,通过通用解译模块24来处理在步骤82

提取的特征或现有特征5和/或相应现有数据集3a、3n的现有波形4以确定分类。如上所述,分类可以例如是与所提取的特征或现有波形关联的诊断。分类可以是指派的值,诸如权重或置信值。随后,在步骤84,基于分类来确定一个或多个输出 Y_g ,诸如具有超过特定数字的关联值的那些分类。随后,通过比较输出与在步骤85接收的现有解译,针对输出来确定误差值E。如果输出 Y_g 等于现有解译 Y_i ,则在步骤86确定的误差值E可例如等于1,或者如果输出 Y_g 不等于至少一个现有解译 Y_i ,则等于0。另外,如上所解释的,可提供并且可与多个现有解译 Y_i 来比较多个输出 Y_g 。在此类示例中,在步骤86生成的误差E可以是针对每个输出 Y_g 所生成的误差值的平均值。随后,可将误差值E作为反馈来提供以改良通用解译模块24和其分类步骤83的下一执行。

[0031] 在步骤87,可求和并跟踪针对所有输入数据所生成的误差值E。在步骤88,可确定平均误差值是否已达到可接受的下限。如果它已达到,则在步骤89可终止训练。如果平均误差值仍是高的,则训练方法80可继续,直至误差值在可接受限度内。在备选实施例中,训练通用解译模块24的方法80可继续,直至其中包含现有数据集3a-3n的整个数据库22被处理了预定义的次数,其可以是一个或多个处理周期。如上所述,通用解译模块24可以通过机器学习来训练的任何模块,诸如神经网络或判定树。相应地,相关领域技术人员将理解,图4中针对训练通用解译模块24所呈现的方法80的变化可以是适合的。在理想的情况下,误差期望E随着添加更多数据集而被逐渐降低,也称为“收敛”。如上所述,系统可设置将来训练的误差边界,这将保证任何演进解译算法将表现得不差于预训练的算法。因此,如果演进系统不能达到收敛,则系统能够始终恢复到其预训练的状态。

[0032] 图5是用于自适应解译ECG波形的系统1的示范性实施例的系统图,包含可如本文中所述那样来执行的集群训练模块26、集群解译模块28和通用解译模块24。系统1包含计算系统1200,其包含处理系统1206、存储系统1204、软件1202、通信接口1208和用户界面1210。处理系统1206从存储系统1204加载并执行软件1202,包含集群训练模块26、集群解译模块28和通用解译模块24,其是软件1202内的应用。集群训练模块26、集群解译模块28和通用解译模块24中的每个包含计算机可读指令,其在由计算系统1(包含处理系统1206)所执行时,引导处理系统1206如本文中进一步详细所述那样来操作,包含提供集群解译输出32和通用解译输出34。

[0033] 虽然如图5中描绘的计算系统1200包含封装了一个集群训练模块26、集群解译模块28和通用解译模块24的一个软件1202,但应理解的是,一个或多个软件元素可封装相应模块,并且每个模块24、26、28可由若干软件模块所组成以执行本文中针对每个模块所描述的方法和操作。类似地,尽管如本文中所提供的描述涉及计算系统1和处理系统1206,但要认识到的是,此类系统的实现能够使用可被通信地连接的一个或多个处理器来执行,并且此类实现被视为是在描述的范畴内。例如,集群训练模块26、集群解译模块32和/或通用解译模块24可被嵌入到像如带有本地或远程数据库连接的心电图仪的装置中,或者可安置在带有像如ECG管理系统的分析服务的数据服务器中。备选的是,集群训练模块26、集群解译模块32和/或通用解译模块24可被搭建到远程服务器系统中,像如带有大的服务器集和速度、可靠性和可缩放性的分析的云服务。

[0034] 处理系统1206包括一个或多个处理器,其可以是微处理器和从存储系统1204检索并执行软件1202的其它电路。处理系统1206能够在单个处理器或处理装置内被实现,但也

能够跨在现有程序指令中协作的多个处理器或子系统而被分布。处理系统1206的示例包含一个或多个通用中央处理单元、专用处理器、和逻辑装置、以及任何其它类型的处理器、处理装置的组合、或其变化。

[0035] 包含集群数据库20和通用数据库22的存储系统1204能够包括可由处理系统1206的处理器读取并且能存储软件1202的任何存储介质或存储介质的群组。存储系统1204能够包含以用于存储信息的任何方法或技术来实现的易失性和非易失性、可移除和非可移除介质,诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其它数据。存储系统1204能够被实现为单个存储装置,但也可以跨多个存储装置或子系统被实现。例如,软件1202可被存储在与数据库20、22分离的存储装置上。进一步地,集群数据库20和通用数据库22可被存储在相同存储装置或分离存储装置上。另外,就集群数据库20和通用数据库22具有重叠内容而言,内容可在数据库之间共享—例如,一旦内容的实例可由两个数据库20和22来存储和引用。存储系统1204能够进一步包含另外的元素,诸如能与处理系统1206通信的控制器。

[0036] 存储介质的示例包含随机存取存储器、只读存储器、磁盘、光盘、闪速存储器、虚拟存储器和非虚拟存储器、磁组(magnetic sets)、磁带、磁盘存储装置或其它磁存储装置、或能够用于存储想要的信息并且可由指令执行系统所访问的任何其它介质,以及其任何组合或变化、或任何其它类型的存储介质。在一些实现中,存储介质能够是非暂态存储介质。在一些实现中,存储介质的至少一部分可以是暂态的。

[0037] 用户界面1210配置成生成集群解译输出32和通用解译输出34,并且接收临床医生输入12。用户界面1210包含能够显示输出32、34的一个或多个显示装置,诸如视频显示器或图形显示器。用户界面1210可进一步包含用于接收来自临床医生的输入的任何机制,诸如鼠标、键盘、话音输入装置、触摸输入装置、用于检测用户的非触摸姿势和其它运动的运动输入装置、以及能接收来自临床医生的用户输入的其它类似输入装置和关联处理元素。扬声器、打印机、触觉装置和其它类型的输出装置也可被包含在用户界面1210中。

[0038] 如本文中进一步详细所述,系统1接收一个或多个新ECG波形数据17。新ECG波形数据17可由包含电极的患者监视器来记录,并且数据可以为模拟或数字形式。在还有的其它实施例中,新ECG波形数据17可以由系统1实时或近实时接收的模拟输入。

[0039] 此书面描述使用示例来公开本发明,包括最佳模式,并且还使本领域技术人员能制作和使用本发明。本发明的可取得专利范畴由权利要求来定义,并且可包含本领域技术人员想到的其它示例。如果此类其它示例具有与权利要求的文字语言并无不同的结构元素,或者如果此类其它示例包含与权利要求的文字语言无实质性差异的等效结构元素,则此类其它示例意图在权利要求的范畴内。

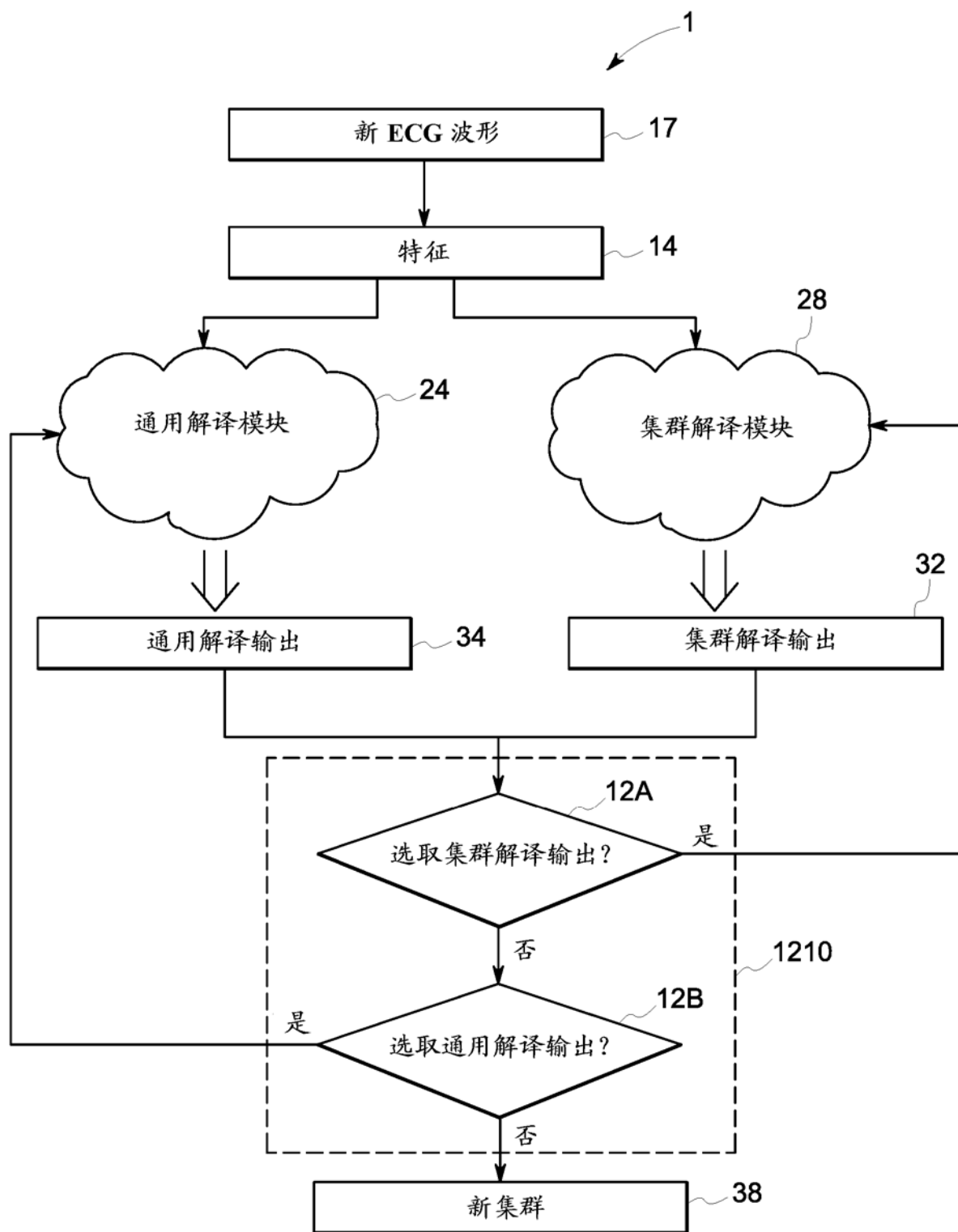


图 1

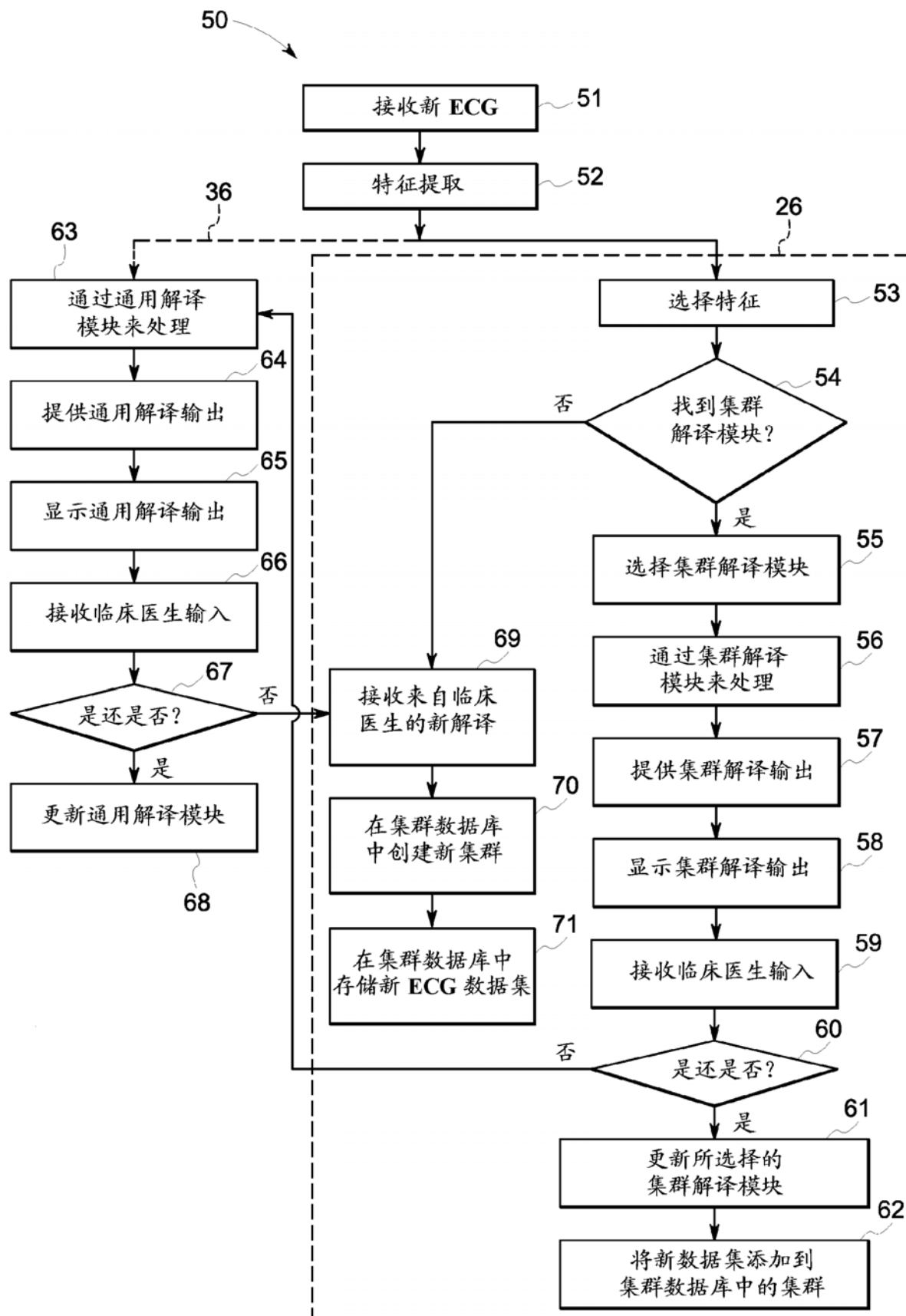


图 2

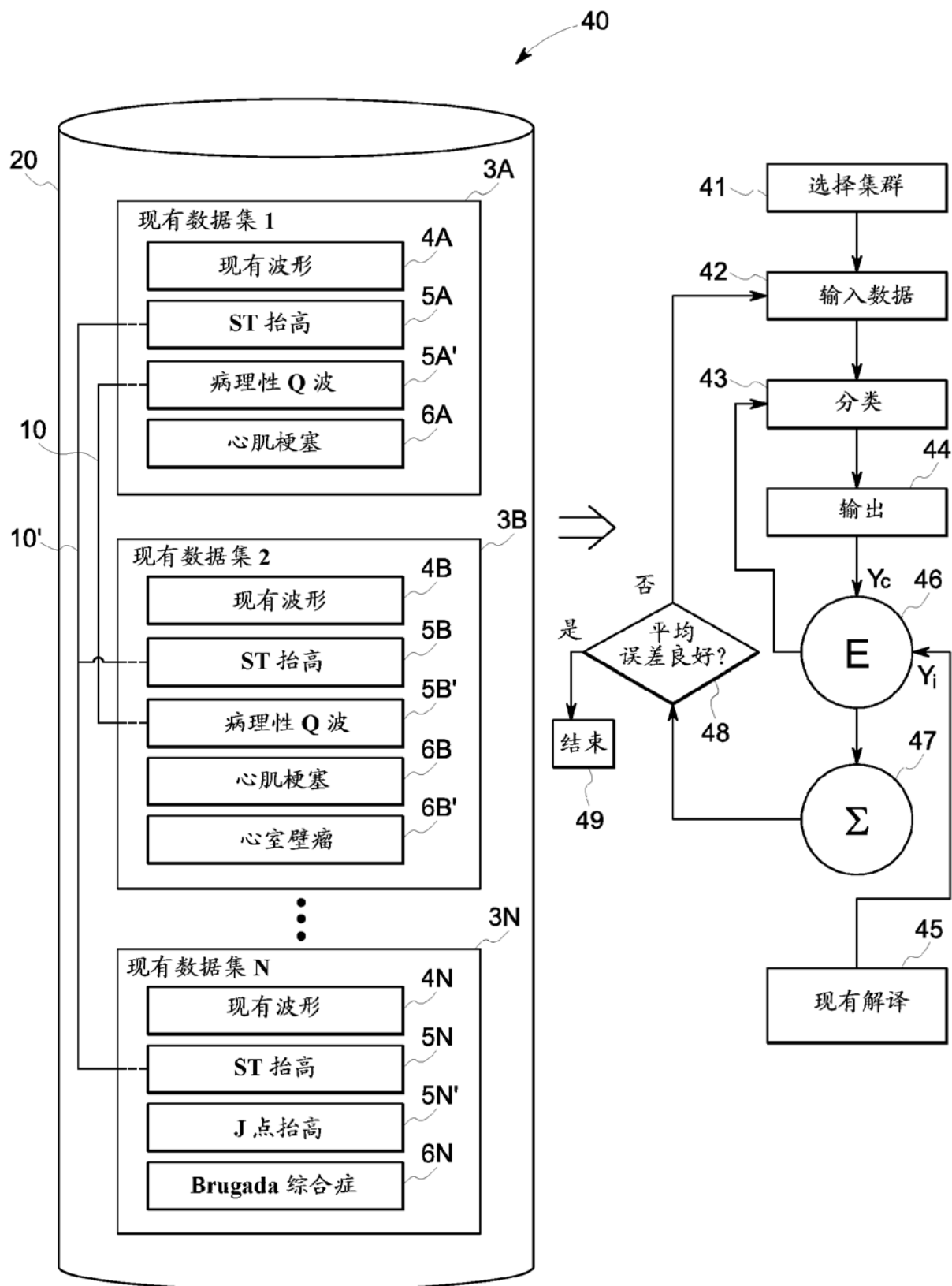


图 3

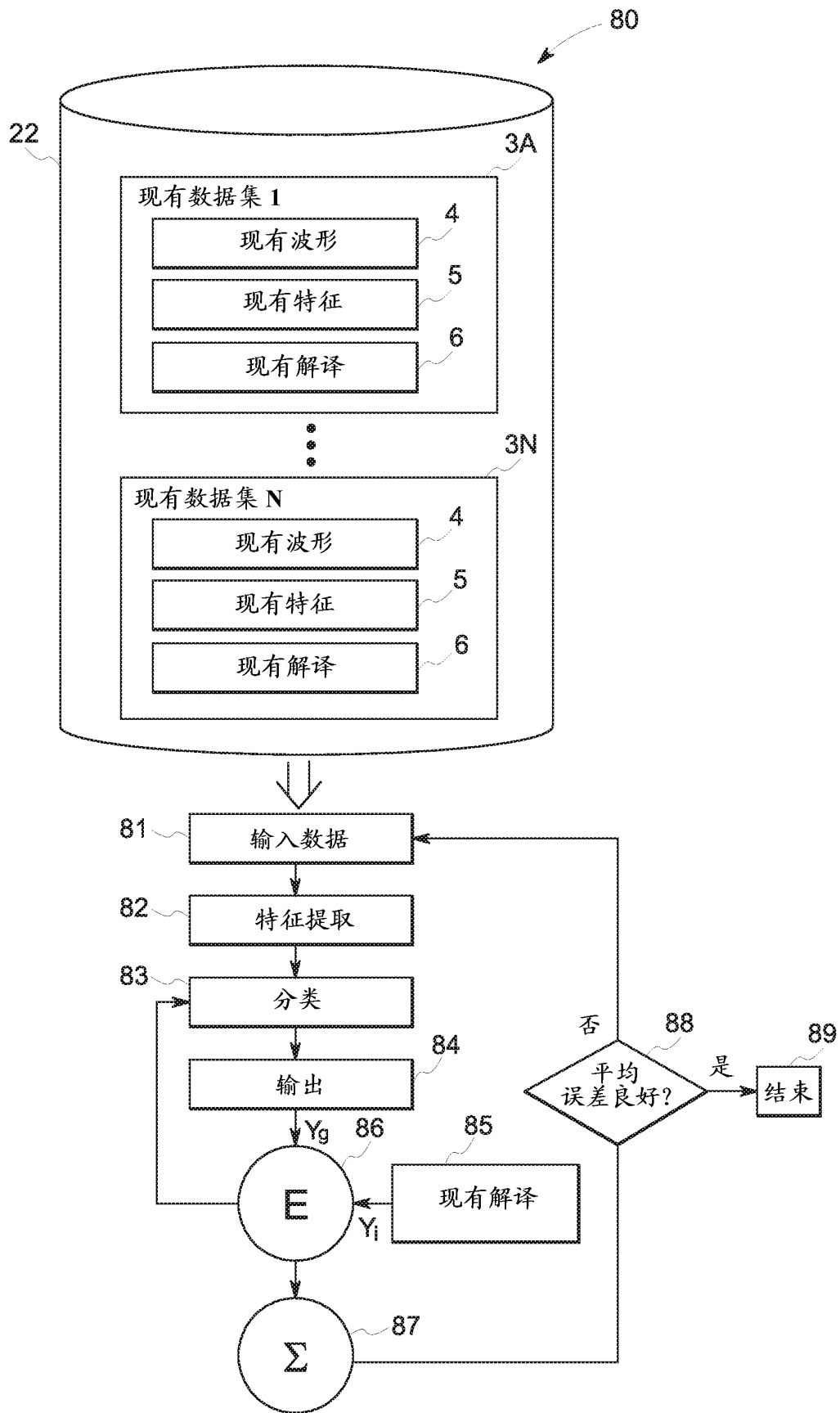


图 4

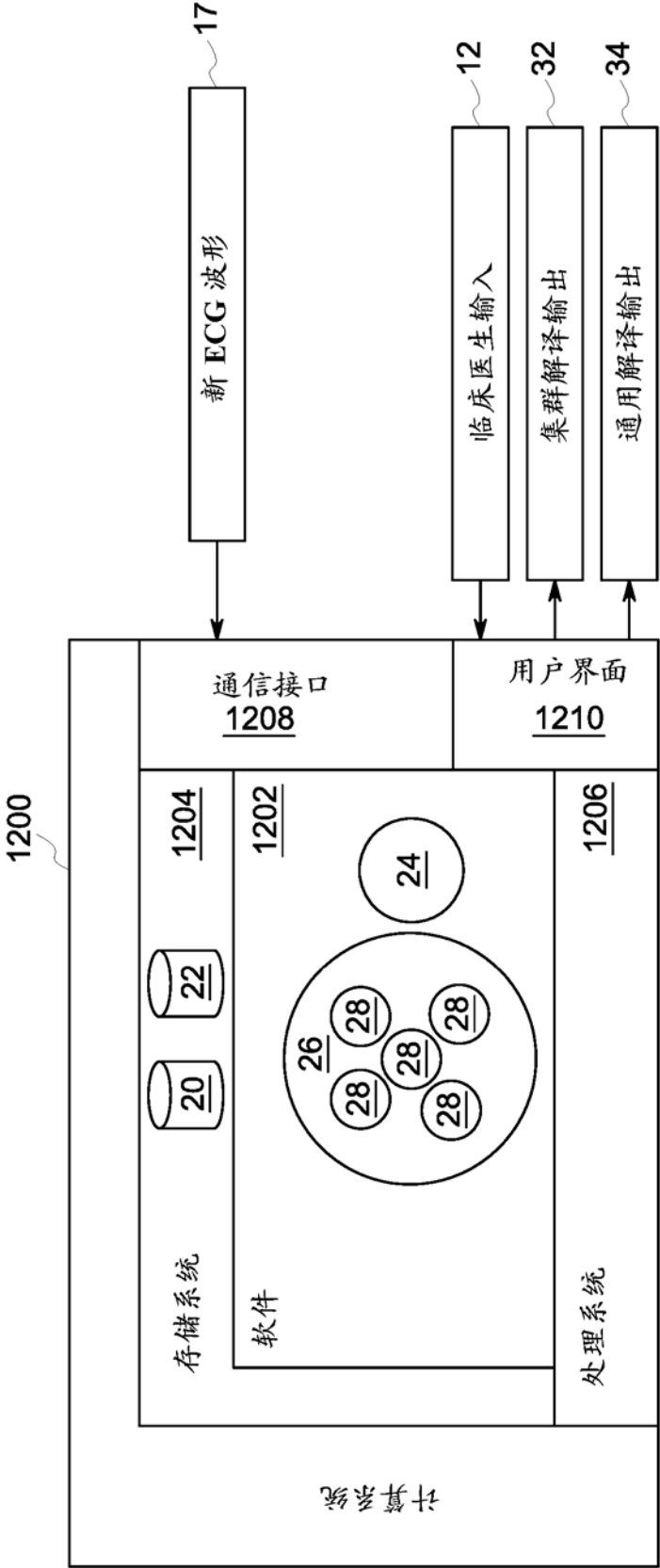


图 5

专利名称(译)	ECG波形的自适应解译的系统和方法		
公开(公告)号	CN108366750A	公开(公告)日	2018-08-03
申请号	CN201680074067.7	申请日	2016-10-04
[标]申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
[标]发明人	J Q 薛		
发明人	J.Q. 薛		
IPC分类号	A61B5/0452 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/04012 A61B5/044 A61B5/0452 A61B5/7267 A61B5/7475 G16H50/20 A61B5/0402		
代理人(译)	姜冰 闫小龙		
优先权	14/885020 2015-10-16 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

集群数据库包含组织成集群的现有ECG数据集，其中每个现有ECG数据集包含带有至少一个对应现有特征和现有解译的现有ECG波形。每个集群由具有共同现有特征的现有ECG数据集组成。集群训练模块可由处理器执行以接收新ECG波形和从新ECG波形提取的特征。集群训练模块随后基于所述特征来选择集群解译模块，其中针对来自集群数据库的集群之一对集群解译模块进行训练。集群训练模块处理新ECG波形和/或特征以提供集群解译输出。集群解译输出随后被显示在用户界面上，并且集群训练模块经由用户界面接收接受或拒绝集群解译输出的临床医生输入。

