



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116636817 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 03

(21) 申请号 202310920225.8

(22) 申请日 2023.07.26

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 116636817 A

(43) 申请公布日 2023.08.25

(73) 专利权人 四川新源生物电子科技有限公司
地址 610041 四川省成都市中国(四川)自
由贸易试验区成都高新区天府大道北
段1480号1栋B座3层15号

(72) 发明人 陈超 邵永琪 宋博韬

(74) 专利代理机构 成都七星天知识产权代理有
限公司 51253
专利代理师 冯娇

(51) Int. Cl.

A61B 5/00 (2006.01)

A61B 5/372 (2021.01)

G16H 20/40 (2018.01)

G16H 50/30 (2018.01)

G16H 70/40 (2018.01)

G06N 20/00 (2019.01)

(56) 对比文件

CN 114190953 A, 2022.03.18

CN 111616681 A, 2020.09.04

CN 113729730 A, 2021.12.03

CN 104545949 A, 2015.04.29

US 2013197339 A1, 2013.08.01

WO 2012069887 A1, 2012.05.31

US 2020327995 A1, 2020.10.15

CN 114391810 A, 2022.04.26

US 2009177108 A1, 2009.07.09

CN 110234374 A, 2019.09.13

CN 115034266 A, 2022.09.09

CN 114176530 A, 2022.03.15

CN 114177415 A, 2022.03.15

CN 103432650 A, 2013.12.11

CN 216257042 U, 2022.04.12

CN 110267590 A, 2019.09.20

CN 112998725 A, 2021.06.22

CN 111481174 A, 2020.08.04

KR 20120131027 A, 2012.12.04 (续)

审查员 赵利蕊

权利要求书2页 说明书11页 附图3页

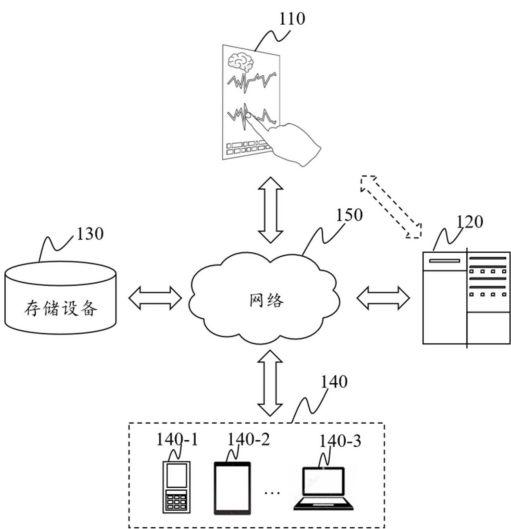
(54) 发明名称

一种麻醉深度评估方法、系统、装置和存储
介质

(57) 摘要

本申请涉及一种麻醉深度评估方法、系统、
装置和存储介质,该方法包括获取患者在被施加
麻醉药物前的第一脑电信息和患者在被施加麻
醉药物后的第二脑电信息;基于第一脑电信息和
第二脑电信息确定目标脑电信息;确定患者被施
加的麻醉药物的类别信息;基于类别信息和目标
脑电信息,确定患者的麻醉深度。该方法可以兼
顾麻醉状态下不同麻醉药物在生理特征上的不
同,通过去除患者的个体差异,使得对患者麻醉
深度判断更准确,以保证手术的顺利以及术后的
恢复效果。

100



CN 116636817 B

[接上页]

(56) 对比文件

蔡继发. 基于卷积神经网络的麻醉深度监测研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库》

.2020,E066-11.

肖慧. 术中麻醉深度监测对腹部手术患者 PACU 谵妄发生和护理质量的影响.《中国优秀硕士学位论文全文数据库》.2019,E060-472.

1. 一种麻醉深度评估方法,包括:

获取患者在被施加麻醉药物前的第一脑电信息和所述患者在被施加麻醉药物后的第二脑电信息;

通过相同的信号采集时间间隔及采集频率下的所述第二脑电信息的信号强度与所述第一脑电信息的信号强度的能量比,确定所述第二脑电信息与所述第一脑电信息的功率比;

基于所述功率比进行分贝转化得到目标脑电信息;

确定所述患者被施加的麻醉药物的类别信息;

基于所述类别信息和所述目标脑电信息,确定所述患者的麻醉深度。

2. 如权利要求1所述的方法,所述基于所述类别信息和所述目标脑电信息,确定所述患者的麻醉深度,包括:

基于所述类别信息,确定评估算法;

基于所述评估算法处理所述目标脑电信息,确定所述患者的麻醉深度。

3. 如权利要求2所述的方法,所述基于所述类别信息,确定评估算法,包括:

响应于所述类别信息指示多种麻醉药物类别,确定每种麻醉药物类别的评估子算法;

基于多个所述评估子算法,确定所述评估算法。

4. 如权利要求2所述的方法,所述基于所述类别信息,确定评估算法,包括:

响应于所述类别信息指示多种麻醉药物类别,基于所述多种麻醉药物类别从预设算法库中查询组合算法;

将所述组合算法确定为所述评估算法。

5. 如权利要求1所述的方法,所述基于所述类别信息和所述目标脑电信息,确定所述患者的麻醉深度,包括:

将所述类别信息和所述目标脑电信息输入麻醉深度确定模型,得到所述患者的麻醉深度。

6. 如权利要求2所述的方法,所述基于所述评估算法处理所述目标脑电信息,确定所述患者的麻醉深度,包括:

确定所述患者在意识消失前和意识消失后的特征参考点;

使用所述评估算法处理所述目标脑电信息,并基于所述特征参考点确定所述患者的麻醉深度。

7. 如权利要求1所述的方法,所述确定所述患者被施加的麻醉药物的类别信息,包括:

通过麻醉药物识别模型处理所述目标脑电信息,确定所述患者被施加的麻醉药物的类别信息。

8. 如权利要求7所述的方法,其中,所述麻醉药物识别模型的获取方法包括:

通过训练样本对初始麻醉药物识别模型进行训练,以减小损失函数的值为目标调整麻醉药物识别模型参数,得到训练后的麻醉药物识别模型;其中,所述训练样本包括以在多种类别的麻醉药物下测得的目标脑电信息作为训练数据,以对应麻醉药物的类别信息作为标签。

9. 一种麻醉深度评估系统,包括:

脑电信息获取模块,用于获取患者在被施加麻醉药物前的第一脑电信息和所述患者在

被施加麻醉药物后的第二脑电信息；

目标脑电信息确定模块,用于通过相同的信号采集时间间隔及采集频率下的所述第二脑电信息的信号强度与所述第一脑电信息的信号强度的能量比,确定所述第二脑电信息与所述第一脑电信息的功率比;并基于所述功率比进行分贝转化得到目标脑电信息;

类别信息确定模块,用于确定所述患者被施加的麻醉药物的类别信息;

麻醉深度确定模块,用于基于所述类别信息和所述目标脑电信息,确定所述患者的麻醉深度。

10.如权利要求9所述的系统,还包括:

输出模块,用于输出所述患者的麻醉深度。

11.一种麻醉深度评估装置,包括处理器,其特征在于,所述处理器用于执行如权利要求1~8中任一项所述的麻醉深度评估方法。

12.一种存储介质,所述存储介质存储计算机指令,当计算机读取所述存储介质中的计算机指令后,计算机执行如权利要求1~8任一项中所述的麻醉深度评估方法。

一种麻醉深度评估方法、系统、装置和存储介质

技术领域

[0001] 本说明书涉及医疗信息处理领域,特别涉及一种麻醉深度评估方法、系统、装置和存储介质。

背景技术

[0002] 麻醉医生在手术过程中,需要精确地给予病人适量的麻醉药物,以避免昂贵麻醉药品的浪费,并且缩短病人麻醉后恢复室的滞留时间,从而控制医疗成本。与此同时,麻醉医生还被要求在患者全身麻醉期间,保证患者意识消失、无痛、肌松、避免术中知晓,从而减少病人的术后并发症等。

[0003] 然而,若麻醉医生所使用的麻醉深度监测产品所给出的麻醉深度出现偏差,则麻醉医生会很难精确的给与病人麻醉药物,更何况在临床麻醉实践中,不同手术方式、不同人群及不同程度的术中刺激对麻醉药物反应性亦不同。

[0004] 因此,需要一种麻醉深度评估方法能够准确且有效的示出患者当前麻醉深度。

发明内容

[0005] 本申请目的在于提供一种麻醉深度评估方法,能够准确且有效的示出患者当前麻醉深度。本申请解决了由于麻醉深度评估指标单一导致的麻醉深度判断不准确的问题。

[0006] 本申请是这样实现的:

[0007] 本申请提供了一种麻醉深度评估方法,包括:

[0008] 获取患者在被施加麻醉药物前的第一脑电信息和所述患者在被施加麻醉药物后的第二脑电信息;

[0009] 基于所述第一脑电信息和所述第二脑电信息确定目标脑电信息;

[0010] 确定所述患者被施加的麻醉药物的类别信息;

[0011] 基于所述类别信息和所述目标脑电信息,确定所述患者的麻醉深度。

[0012] 本申请还提供了一种麻醉深度评估系统,包括:

[0013] 脑电信息获取模块,用于获取患者在被施加麻醉药物前的第一脑电信息和所述患者在被施加麻醉药物后的第二脑电信息;

[0014] 目标脑电信息确定模块,用于基于所述第一脑电信息和所述第二脑电信息确定目标脑电信息;

[0015] 类别信息确定模块,用于确定所述患者被施加的麻醉药物的类别信息;

[0016] 麻醉深度确定模块,用于基于所述类别信息和所述目标脑电信息,确定所述患者的麻醉深度。

[0017] 本申请还提供了一种麻醉深度评估装置,包括处理器,其特征在于,所述处理器用于执行上述的麻醉深度评估方法。

[0018] 本申请还提供了一种计算机可读存储介质,所述存储介质存储计算机指令,当计算机读取存储介质中的计算机指令后,计算机执行上述的麻醉深度评估方法。

[0019] 本申请的技术方案具有以下有益效果：

[0020] 1、兼顾麻醉状态下不同麻醉药物在生理特征上的不同，通过去除患者的个体差异，使得对患者麻醉深度判断更准确，以保证手术的顺利以及患者术后的恢复效果；

[0021] 2、通过机器学习模型自动识别麻醉药物的类别信息，可以更利于后续分析患者在麻醉药物下的脑电信息的具体特征，提高分析结果（如麻醉深度）的准确性；

[0022] 3、基于与不同麻醉药物对应的评估算法处理得到麻醉深度，可以使得麻醉深度确定过程更加准确且高效。

附图说明

[0023] 本说明书将以示例性实施例的方式进一步说明，这些示例性实施例将通过附图进行详细描述。这些实施例并非限制性的，在这些实施例中，相同的编号表示相同的结构，其中：

[0024] 图1是根据本说明书一些实施例所示的麻醉深度评估系统的应用场景示意图；

[0025] 图2是根据本说明书一些实施例所示的麻醉深度评估方法的示例性流程图；

[0026] 图3是根据本说明书一些实施例所示的爆发抑制与完全抑制的脑电波的示例图；

[0027] 图4是根据本说明书一些实施例所示的麻醉深度评估系统的示例性模块图；

[0028] 图5是根据本说明书的一些实施例所示的在其上可以实现麻醉深度评估系统的至少一部分示例性计算设备的示意图。

具体实施方式

[0029] 为了更清楚地说明本说明书实施例的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单的介绍。显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本说明书的一些示例或实施例，对于本领域的普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图将本说明书应用于其它类似情景。除非从语言环境中显而易见或另做说明，图中相同标号代表相同结构或操作。

[0030] 应当理解，本文使用的“系统”、“装置”、“单元”和/或“模块”是用于区分不同级别的不同组件、元件、部件、部分或装配的一种方法。然而，如果其他词语可实现相同的目的，则可通过其他表达来替换所述词语。

[0031] 如本说明书和权利要求书所示，除非上下文明确提示例外情形，“一”、“一个”、“一种”和/或“该”等词并非特指单数，也可包括复数。一般说来，术语“包括”与“包含”仅提示包括已明确标识的步骤和元素，而这些步骤和元素不构成一个排它性的罗列，方法或者设备也可能包含其它的步骤或元素。

[0032] 本说明书中使用了流程图用来说明根据本说明书的实施例的系统所执行的操作。应当理解的是，前面或后面操作不一定按照顺序来精确地执行。相反，可以按照倒序或同时处理各个步骤。同时，也可以将其他操作添加到这些过程中，或从这些过程移除某一步或数步操作。

[0033] 在一些实施例中，可以采用如麻醉镇静深度算法（如BIS算法）等方式，基于固定的生理指标去评价当前麻醉状态，然而，不同麻醉药物的分子机制不同，作用的神经环路不同，导致的意识改变的状态也不相同。例如，对于麻醉药物氯胺酮与一氧化二氮，它们虽然

都能够改变意识状态,但是它们在麻醉状态下的某些生理指标(如脑电波、心率等)与其他麻醉药物显著不同,因此,仅选择一个固定的生理指标去评价意识状态效果具有局限性。

[0034] 有鉴于此,本说明书的一些实施例提供了一种麻醉深度评估方法,结合脑电波信息和麻醉药物的情况,更准确的确定患者的麻醉深度。

[0035] 图1是根据本说明书一些实施例所示的麻醉深度评估系统的应用场景示意图。

[0036] 如图1所示,在一些实施例中,麻醉深度评估系统100可以包括脑电波获取设备110、处理设备120、存储设备130、终端140、网络150。

[0037] 脑电波获取设备110是指用户获取患者在麻醉过程中的脑电信息的设备。在一些实施例中,脑电波获取设备110可以通过网络150与麻醉深度评估系统100中的其它组件(例如,处理设备120、存储设备130、终端140)进行数据和/或信息的交换。在一些实施例中,脑电波获取设备110可以直接与麻醉深度评估系统100中的其它组件连接。在一些实施例中,麻醉深度评估系统100中的一个或多个组件(例如,处理设备120、存储设备130、终端140)可以包括在脑电波获取设备110内。

[0038] 处理设备120可以处理从其它设备或系统组成部分中获得的数据和/或信息,基于这些数据、信息和/或处理结果执行本说明书一些实施例中所示的麻醉深度评估方法,以完成一个或多个本说明书一些实施例中描述的功能。例如,处理设备120可以基于脑电波获取设备110获取的患者脑电波的强度(波幅)等信息,在一些实施例中,处理设备120可以从存储设备130中获取预先存储的数据和/或信息,例如,麻醉药物类别等,以用于执行本说明书一些实施例所示的麻醉深度评估方法。

[0039] 在一些实施例中,处理设备120可以包含一个或多个子处理设备(例如,单核处理设备或多核多芯处理设备)。仅作为示例,处理设备120可以包括中央处理器(CPU)、专用集成电路(ASIC)、专用指令处理器(ASIP)、图形处理器(GPU)、物理处理器(PPU)、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)、可编辑逻辑电路(PLD)、控制器、微控制器单元、精简指令集电脑(RISC)、微处理器等或以上任意组合。

[0040] 存储设备130可以存储其他设备产生的数据或信息。在一些实施例中,存储设备130可以存储脑电波获取设备110采集的数据和/或信息。在一些实施例中,存储设备130可以存储处理设备120处理后的数据和/或信息,例如,第一脑电信息、第二脑电信息和目标脑电信息等。存储设备130可以包括一个或多个存储组件,每个存储组件可以是一个独立的设备,也可以是其它设备的一部分。存储设备可以是本地的,也可以通过云实现。

[0041] 终端140可以对脑电波获取设备110的操作进行控制。医生可以通过终端140对脑电波获取设备110下达操作指令,以使脑电波获取设备110完成指定操作,例如,获取特定时间段内患者的脑电信息等。在一些实施例中,终端140可以通过指令等使处理设备120执行如本说明书一些实施例所示的参数测量。在一些实施例中,终端140可以从处理设备120接收处理过程中和/或过程后得到的信息,例如,基于第一脑电信息和第二脑电信息确定的患者目标脑电信息。在一些实施例中,终端140可以输出接收到的信息,例如,终端140可以输出(如显示、语音播报等)患者的麻醉深度。在一些实施例中,终端140可以是移动设备140-1、平板计算机140-2、膝上型计算机140-3、台式计算机等其他具有输入和/或输出功能的设备中的一种或其任意组合。

[0042] 网络150可以连接系统的各组成部分和/或连接系统与外部资源部分。网络150使

得各组成部分之间,以及与系统之外其它部分之间可以进行通讯,促进数据和/或信息的交换。在一些实施例中,麻醉深度评估系统100中的一个或多个组件(例如,脑电波获取设备110、处理设备120、存储设备130、终端140)可通过网络150发送数据和/或信息给其它组件。在一些实施例中,网络150可以是有线网络或无线网络中的任意一种或多种。

[0043] 应该注意的是,上述描述仅出于说明性目的而提供,并不旨在限制本说明书的范围。对于本领域普通技术人员而言,在本说明书内容的指导下,可做出多种变化和修改。可以以各种方式组合本说明书描述的示例性实施例的特征、结构、方法和其他特征,以获得另外的和/或替代的示例性实施例。例如,处理设备120可以是基于云计算平台的,例如公共云、私有云、社区和混合云等。然而,这些变化与修改不会背离本说明书的范围。

[0044] 图2是根据本说明书一些实施例所示的麻醉深度评估方法的示例性流程图。如图2所示,流程200包括下述步骤。在一些实施例中,流程200可以由图1中的处理设备120执行。

[0045] 步骤210,获取患者在被施加麻醉药物前的第一脑电信息和患者在被施加麻醉药物后的第二脑电信息。在一些实施例中,步骤210可由脑电信息获取模块410执行。

[0046] 第一脑电信息是在患者麻醉前(即使用麻醉药物前)采集的脑电信息。在一些实施例中,可以获取患者麻醉前时长为1~5分钟内的脑电信息,并将该脑电信息作为第一脑电信息。

[0047] 对于不同人群,麻醉前的脑电信息是不同的,换言之,不同人的脑电活动强度不同,代表其意识状态的脑电信息的强度也就不同。有的人在脑电信息强度比较微弱时,仍然能保持一定的主观意识(如感知疼痛),这就导致了对于不同人群如果使用单一生理指标(并采用相同的标准)来判断其在麻醉后的意识状态,可能会不准确,甚至会将有意识的病人判断为无意识的病人而对其造成伤害,影响术后恢复。因此,通过采集该第一脑电信息,能够充分考虑患者的个体差异,便于麻醉深度的评估以便后续进行麻醉深度的评估。

[0048] 需要说明的是,为了降低干扰因素(如患者的情绪、状态等)对第一脑电信息产生的影响,在一些实施例中,可以在获取第一脑电信息前,对患者施加镇静(非麻醉),待患者状态平静(如脑电信息的峰值波动在预设范围内)或满足其他条件(如心率在预设范围内)时采集脑电信息。

[0049] 第二脑电信息是在患者使用一种或多种麻醉药物后采集的脑电信息。在一些实施例中,可以在患者使用一种或多种麻醉药物后持续或间隔(如间隔0.1秒、1秒、10秒、30秒、1分钟等)获取。与麻醉前的脑电信息类似,对于不同人群,麻醉后的脑电信息也是不同的,因此,需要剔除患者的个体差异后,再基于脑电信息评估麻醉深度,以获取更加准确、客观的结果。

[0050] 在一些实施例中,第一脑电信息和第二脑电信息可以是脑电信息曲线的形式,其中,横轴表示时间(单位:秒),纵轴表示信号强度(单位: μV),例如,图3所示的脑电信息曲线。

[0051] 步骤220,基于第一脑电信息和第二脑电信息确定目标脑电信息。在一些实施例中,步骤220可由目标脑电信息确定模块420执行。

[0052] 目标脑电信息是用于后续评估患者麻醉深度的脑电信息,目标脑电信息在一定程度上消除了患者的个体化差异,减少了外界干扰,能够更好的对患者麻醉深度进行准确的评估。

[0053] 在一些实施例中,确定目标脑电信息的过程可以理解成消除了患者的个体化差异的过程,示例性的,由于第一脑电信息和第二脑电信息中均包括患者的个体化差异,因此可以直接计算第一脑电信息和第二脑电信息的差值,作为目标脑电信息。

[0054] 在一些实施例中,可以确定第二脑电信息与第一脑电信息的功率比,并基于功率比确定目标脑电信息。

[0055] 具体的,功率比表示一段信号的功率与另一段信号的功率间的比值。在一些实施例中,可以将第一脑电信息的信号强度(也称为第一脑电信息的能量)表示为 $baseline_f$ 、第二脑电信息的信号强度(也称为第二脑电信息的能量)表示为 $activity_{tf}$,对于相同的信号采集时间间隔及采集频率下的脑电信息,功率比即等于能量比,则功率比可以用能量比代替,并表示为: $\frac{activity_{tf}}{baseline_f}$ 。

[0056] 在一些实施例中,可以将功率比进行分贝转化,得到目标脑电信息。在一些实施例中,分贝转化后得到的目标脑电信息可以表示为 dB_{tf} ,基于功率比可以确定目标脑电信息可以表示为:

$$[0057] \quad dB_{tf} = \alpha * \log_{10}\left(\frac{activity_{tf}}{baseline_f}\right) (1),$$

[0058] 其中,公式(1)中 α 为系数,在一些实施例中,系数可以根据实际需要进行设置,示例性的, $\alpha = 10$ 。

[0059] 在一些实施例中,基于分贝转化得到目标脑电信息可以更好的获得患者脑电信息中的高频特性,该方法对于关注微弱信号(如,脑电信息中的高频部分)的任务具有较大的优势。此外,由于背景噪声(如设备硬件带来的噪声)在第一脑电信息和第二脑电信息中基本不变,计算功率比过程中第一脑电信息与第二脑电信息相除后可以抵消,因此该方法还能够将大部分背景噪声消除。

[0060] 在一些实施例中,可以确定第二脑电信息相对于第一脑电信息的强度变化比例,并基于强度变化比例确定述目标脑电信息。

[0061] 具体的,强度变化比例是指第二脑电信息相对于第一脑电信息的强度的变化量与第一脑电信息的强度之间的比值,在一些实施例中,强度变化比例 $prctchange_{tf}$ 可以表示为:

$$[0062] \quad prctchange_{tf} = \beta * \frac{activity_{tf} - \overline{baseline_f}}{\overline{baseline_f}} (2),$$

[0063] 其中,公式(2)中的 $\overline{baseline_f}$ 表示第一脑电信息中信号强度的均值; β 为系数,在一些实施例中,系数可以根据实际需要进行设置,示例性的, $\beta = 100$ 。

[0064] 在一些实施例中,基于强度变化比例确定述目标脑电信息,能够更加体现出第二脑电信息相对于第一脑电信息的变化,此外,该方法可以实现数据归一化的作用。

[0065] 在一些实施例中,可以确定第二脑电信息的强度转换至第一脑电信息的强度的标准差单位,并基于标准差单位确定目标脑电信息。

[0066] 具体的,第二脑电信息的强度转换至第一脑电信息的强度的标准差单位可以表示

第二脑电信息中的能量被缩放到相对于第一脑电信息中的能量的标准差单位,在一些实施例中,标准差单位 Z_{tf} 可以表示为:

$$[0067] \quad Z_{tf} = \frac{activity_{tf} - \overline{baseline_f}}{\sqrt{n-1 \sum_{i=1}^n (baseline_{if} - \overline{baseline_f})^2}} \quad (3),$$

[0068] 其中,公式(3)中的n表示第一脑电信息中时点的数量,该时点可以根据实际采集需要设置。

[0069] 标准差单位 Z_{tf} 体现了第一脑电信息和第二脑电信息的当前变化率之间的关系,通过标准差单位确定目标脑电信息,既考虑了第一脑电信息的平均能量,又考虑了第一脑电信息随时间变化的标准差,可以更好的体现随时间变化第二脑电信息相比于第一脑电信息的变化,即得到的目标脑电信息有更好的显著性。

[0070] 在一些实施例中,可以基于目标脑电信息的被关注频段确定处理第一脑电信息和第二脑电信息来得到目标脑电信息的具体方法。例如,当目标脑电信息的被关注频段为高频频段时,可以采用分贝转化的处理方法。在一些实施例中,可以基于所获取的第一脑电信息的强度波动确定处理第一脑电信息和第二脑电信息来得到目标脑电信息的具体方法。例如,当第一脑电信息的强度波动满足预设条件(如,强度峰值的波动不超过20%)时,则可以利用标准差单位来确定目标脑电信息。又例如,当第一脑电信息的强度波动不满足预设条件时,则可以利用强度变化比例来确定目标脑电信息。

[0071] 步骤230,确定患者被施加的麻醉药物的类别信息。在一些实施例中,步骤230可由类别信息确定模块430执行。

[0072] 麻醉药物的类别信息可以是对麻醉药物进行分类后获得的信息。在一些实施例中,麻醉药物的类别信息可以包括患者所使用的麻药名称、种类、计量和批次等信息中的一个或多个。在一些实施例中,麻醉药物的类别信息也可以是根据麻醉药物对脑电信息的影响(例如,影响程度、生效时间等)而自定义的分类信息。在一些实施例中,麻醉药物的类别信息可以由医生直接输入,在一些其他实施例中,麻醉药物的类别信息可以基于目标脑电信息确定。

[0073] 在一些实施例中,可以通过麻醉药物识别模型处理目标脑电信息,确定患者被施加的麻醉药物的类别信息。麻醉药物识别模型为经过训练得到的机器学习模型,在一些实施例中,麻醉药物识别模型可以是神经网络模型,如卷积神经网络(CNN)、深度神经网络(DNN)等。需要说明的是,在一些实施例中,可以通过麻醉药物识别模型处理第一脑电信息和第二脑电信息确定麻醉药物的类别信息,为方便描述,后文中以处理目标脑电信息,确定麻醉药物的类别信息为例进行说明。

[0074] 在一些实施例中,麻醉药物识别模型的输入可以是目标脑电信息,模型的输出可以是患者被施加的一个或多个麻醉药物的类别信息。

[0075] 在一些实施例中,通过训练样本对初始麻醉药物识别模型进行训练,以减小损失函数的值为目标调整麻醉药物识别模型参数,当损失函数的值收敛或打到预设迭代次数时,可以将当前模型作为训练后的麻醉药物识别模型。其中,损失函数可以是机器学习模型常用的损失函数,在本说明书中不做限制;训练样本包括以在多种类别的麻醉药物下测得的目标脑电信息作为训练数据,以对应麻醉药物的类别信息作为标签。训练样本可以基于

其他不同患者(如不同年龄、性别等)历史麻醉手术中的脑电信息以及所使用的麻醉药物的类别信息确定。

[0076] 通过基于其他患者的脑电数据训练得到的麻醉药物识别模型识别当前患者的麻醉药物的类别信息,可以作为麻醉手术中的辅助参考信息,在麻醉药物的类别信息缺失或部分缺失(如使用多种麻醉药物时录入过程中遗漏了某一种,或者操作者难以判断麻醉药物属于何种自定义的分类信息)时,提供信息参考。在一些实施例中,依据麻醉药物对脑电信息的影响对麻醉药物的类别信息进行自定义,并通过机器学习模型自动识别麻醉药物的类别信息可以更利于后续分析患者在麻醉药物下的脑电信息的具体特征,提高分析结果(如麻醉深度)的准确性。

[0077] 步骤240,基于类别信息和目标脑电信息,确定患者的麻醉深度。在一些实施例中,步骤240可由麻醉深度确定模块440执行。

[0078] 麻醉深度可以是一个数值,用于反应患者当前的麻醉状态,在一些实施例中,麻醉深度可以是1~100之间的值,麻醉深度的值越高,则表示患者越清醒,如当患者完全清醒时麻醉深度为100;当患者完全抑制状态时,麻醉深度为0。

[0079] 具体的,为了更准确的定义麻醉深度,可将麻醉过程中具有标志性的五个意识等级评价对应至麻醉深度的多个区间中,例如,可以将麻醉深度平均划分为10个区间(以1~100之间的值为例,每个区间为10分),则患者完全清醒可以对应1个区间,如90~100;患者意识存在与消失之间转变点可以对应1个区间,如50~60分;爆发抑制的出现可以对应1个区间,如20~30;完全抑制状态或无法检测到患者的脑电活动可以对应1个区间,如0~10。

[0080] 在一些实施例中,可以根据波幅将脑电波划为爆发波和抑制波,低于临界值为抑制波,反之为爆发波,两者持续时间从几秒钟到几分钟不等。同时参考图3,图3中分别示出了爆发抑制和完全抑制状态下的脑电图。爆发抑制是脑电波中爆发波与抑制波活动交替出现的脑电信息模型。完全抑制是大脑皮层完全处于抑制状态,即脑电波持续为抑制波。

[0081] 如前文,不同麻醉药物对意识改变的状态不相同,对脑电信息的影响也不同,因此,考虑不同麻醉药物类别的影响,步骤240可以包括:基于类别信息,确定评估算法;基于评估算法处理目标脑电信息,确定患者的麻醉深度。

[0082] 在一些实施例中,不同种类的麻醉药物可以对应不同的评估算法。评估算法可以是计算公式,计算公式可以基于理论研究确定。评估算法也可以是机器学习模型,具体的,可以包括多个分别与不同种类的麻醉药物分别对应的模型每个模型可以通过训练得到。

[0083] 机器学习模型的输入为目标脑电信息,输出为患者的麻醉深度,机器学习模型可以基于训练样本对初始模型进行训练得到,具体训练方式可以与麻醉药物识别模型相似,此处不再赘述。训练样本包括以当前机器学习模型对应的麻醉药物在历史麻醉手术中患者的历史目标脑电信息,标签为历史目标脑电信息对应的历史麻醉深度,历史麻醉深度可以由医生基于历史目标脑电信息人工确定,在一些实施例中,医生可以根据麻醉手术情况确定意识等级评价,并基于前文中的方式将意识等级评价转换为麻醉深度。

[0084] 基于与不同麻醉药物对应的评估算法处理得到麻醉深度,可以使得麻醉深度确定过程更加准确且高效。

[0085] 患者在一次麻醉中可能使用了多种麻醉药物,在一些实施例中,响应于类别信息指示多种麻醉药物类别,可以确定每种麻醉药物类别的评估子算法;基于多个评估子算法,

确定评估算法。

[0086] 评估子算法可以是计算公式,也可以是机器学习模型,以计算公式为例,当患者在一次麻醉中使用了3种麻醉药物,则可以分别获取3种麻醉药物对应的计算公式作为评估子算法,并基于3个评估子算法确定评估算法。在一些实施例中,基于多个评估子算法确定评估算法的方式可以是对每个评估子算法添加权重,以获取评估算法。权重反应出对应麻醉药物对麻醉深度的影响程度,在多种麻醉药物共同使用时,若某种麻醉药物对患者的麻醉深度影响更大,则该权重越大。在一些实施例中,权重可以基于历史麻醉手术情况确定或采用实验的方式确定。通过多种子评估子算法以及其对应权重确定评估算法,更适用于多种麻醉药物共用的场合。

[0087] 为了患者安全考虑,多种麻醉药物组合使用的场景中,通常仅包括经过临床实验认可的多种常规组合,因此对于常规组合可以预先设置对应该组合的算法。在一些实施例中,响应于类别信息指示多种麻醉药物类别,基于多种麻醉药物类别从预设算法库中查询组合算法;将组合算法确定为评估算法。

[0088] 预设算法库中可以包括多种麻醉药物组合使用时对应的组合算法,基于组合算法可以确定患者的麻醉深度,在一些实施例中,通过从预设算法库中查询组合算法的方式,可以使得确定评估算法的速度更快。

[0089] 在一些实施例中,当类别信息指示多种麻醉药物类别,但麻醉药物的组合并不在预设算法库中时,可以采用前文中分别确定每种麻醉药物类别的评估子算法的方式,以确定评估算法。

[0090] 在一些实施例中,可以通过麻醉深度确定模型确定麻醉深度,具体的,步骤240中,可以将类别信息和目标脑电信息输入麻醉深度确定模型,得到患者的麻醉深度。

[0091] 在一些实施例中,麻醉深度确定模型可以是神经网络模型,如卷积神经网络(CNN)、深度神经网络(DNN)等。麻醉深度确定模型的输入为类别信息和目标脑电信息,输出为患者的麻醉深度,麻醉深度确定模型可以基于训练样本对初始模型进行训练得到,具体训练方式可以与麻醉药物识别模型相似,此处不再赘述。

[0092] 训练样本包括以其他不同患者(如不同年龄、性别等)历史麻醉手术中的不同的电脑信号以及相对应的不同麻醉药物对应的类别信息,标签为历史麻醉手术中对应的历史麻醉深度,与前文中类似,历史麻醉深度可以由医生基于历史目标脑电信息人工确定,也可以由医生根据历史麻醉手术情况确定意识等级评价,并基于意识等级评价转换为麻醉深度。

[0093] 由于患者在麻醉手术中具有典型的参考点,在一些实施例中,可以基于参考点确定患者的麻醉深度,具体的,基于评估算法处理目标脑电信息,确定患者的麻醉深度,可以包括:确定患者在意识消失前和意识消失后的特征参考点;使用评估算法处理目标脑电信息,并基于特征参考点确定患者的麻醉深度。

[0094] 在一些实施例中,意识消失前和意识消失后的特征参考点可以是前文的意识等级评价,意识消失前的特征参考点可以对应完全清醒以及患者意识存在与消失之间转变点;意识消失后的特征参考点可以对应爆发抑制的出现以及完全抑制状态或无法检测到患者的脑电活动。基于特征参考点可以便与以现有标准评价患者的麻醉深度。

[0095] 通过本说明书提供的麻醉深度评估方法,可以兼顾麻醉状态下不同麻醉药物在生理特征上的不同,通过去除患者的个体差异,使得对患者麻醉深度判断更准确,以保证手术

的顺利以及术后的恢复效果。

[0096] 在一些实施例中,在确定患者的麻醉深度后,还可以输出患者的麻醉深度,以便为操作者或医生提供参考。例如,可以通过具有显示功能或播报功能的设备(如,终端、脑电波获取设备等)向操作者或医生显示或播报患者的麻醉深度。

[0097] 应当注意的是,上述有关流程200的描述仅仅是为了示例和说明,而不限定本说明书的适用范围。对于本领域技术人员来说,在本说明书的指导下可以对流程200进行各种修正和改变。然而,这些修正和改变仍在本说明书的范围之内。

[0098] 图4是根据本说明书一些实施例所示的麻醉深度评估系统的示例性模块图。

[0099] 在一些实施例中,麻醉深度评估系统400可以包括脑电信息获取模块410、目标脑电信息确定模块420和类别信息确定模块430和麻醉深度确定模块440。

[0100] 脑电信息获取模块410可以用于获取患者在被施加麻醉药物前的第一脑电信息和患者在被施加麻醉药物后的第二脑电信息。

[0101] 在一些实施例中,关于第一脑电信息和第二脑电信息的更多内容可以参见步骤210相关描述,此处不再赘述。

[0102] 目标脑电信息确定模块420可以用于确定模块可以用于基于第一脑电信息和第二脑电信息确定目标脑电信息。

[0103] 在一些实施例中,关于目标脑电信息的更多内容可以参见步骤220相关描述,此处不再赘述。

[0104] 类别信息确定模块430可以用于确定患者被施加的麻醉药物的类别信息。

[0105] 在一些实施例中,关于麻醉药物的类别信息的更多内容可以参见步骤230相关描述,此处不再赘述。

[0106] 麻醉深度确定模块440可以用于基于类别信息和目标脑电信息,确定患者的麻醉深度。

[0107] 在一些实施例中,关于确定麻醉深度的更多内容可以参见步骤240相关描述,此处不再赘述。

[0108] 在一些实施例中,麻醉深度评估系统400还可以包括输出模块,用于输出患者的麻醉深度。例如,可以通过显示器、扬声器等装置显示或播报患者的麻醉深度。

[0109] 应当理解,图4所示的麻醉深度评估系统400及其模块可以利用各种方式来实现。需要注意的是,以上对于麻醉深度评估系统400及其模块的描述,仅为描述方便,并不能把本说明书限制在所举实施例范围之内。可以理解,对于本领域的技术人员来说,在了解该系统的原理后,可能在不背离这一原理的情况下,对各个模块进行任意组合,或者构成子系统与其他模块连接。在一些实施例中,图4中披露的目标脑电信息确定模块420和类别信息确定模块430模块可以是一个系统中的不同模块,也可以是一个模块实现上述的两个或两个以上模块的功能。例如,各个模块可以共用一个存储模块,各个模块也可以分别具有各自的存储模块。诸如此类的变形,均在本说明书的保护范围之内。

[0110] 图5是根据本说明书的一些实施例所示的在其上可以实现麻醉深度评估系统的至少一部分示例性计算设备的示意图。如图5所示,计算设备500可以包括处理器510、存储器520、输入/输出(I/O)530和通信端口540。

[0111] 处理器510可以根据本说明书描述的技术执行计算机指令(例如,程序代码)并执

行计算设备500的功能。计算机指令可以包括,例如,例程、程序、对象、组件、数据结构、过程、模块和功能,其执行本说明书描述的特定功能。例如,处理器510可以处理从脑电波获取设备110、处理设备120、存储设备130、终端140或系统100的任何其他组件获得的数据或信息。在一些实施例中,处理器510可以包括一个或多个硬件处理器,例如微控制器、微处理器、精简指令集计算机(RISC)、专用集成电路(ASIC)、专用指令集处理器(ASIP)、中央处理器(CPU)、图形处理单元(GPU)、物理处理单元(PPU)、微控制器单元、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)、先进的RISC机器(ARM)、可编程逻辑器件(PLD),能够执行一个或多个功能的任何电路或处理器等,或其组合。

[0112] 仅仅为了说明,在计算设备500中仅描述了一个处理器。然而,应注意,本说明书披露的计算设备500还可以包括多个处理器。因此,本说明书中披露的由一个处理器执行的操作和/或方法步骤也可以由多个处理器联合或分别执行。例如,如果在本说明书中,计算设备500的处理器执行操作A和操作B,则应当理解,操作A和操作B也可以由计算设备500中的两个或以上不同的处理器联合或分开地执行(例如,第一处理器执行操作A,第二处理器执行操作B,或者第一处理器和第二处理器共同执行操作A和B)。

[0113] 存储器520可以存储从脑电波获取设备110、处理设备120、存储设备130或终端140的任何组件获得的数据/信息。在一些实施例中,存储器520可以包括大容量存储器、可移动存储器、易失性读写存储器、只读存储器等或其任意组合。例如,大容量存储器可以包括磁盘、光盘、固态驱动器等。可移动存储器可以包括闪存驱动器、软盘、光盘、存储卡、压缩盘、磁带等。易失性读写存储器可以包括随机存取存储器(RAM)。RAM可以包括动态RAM(DRAM)、双倍速率同步动态RAM(DDR SDRAM)、静态RAM(SRAM)、晶闸管RAM(T-RAM)和零电容器RAM(Z-RAM)等。ROM可以包括掩膜ROM(MROM)、可编程ROM(PROM)、可擦除可编程ROM(EPROM)、电可擦除可编程ROM(EEPROM)、光盘ROM(CD-ROM),以及数字多功能盘ROM等。在一些实施例中,存储器520可以存储一个或以上程序和/或指令以执行本说明书描述的示例性方法。

[0114] I/O530可以输入和/或输出信号、数据、信息等。在一些实施例中,I/O 530可以使用户能够与计算设备500交互。在一些实施例中,I/O 530可以包括输入设备和输出设备。示例性输入设备可以包括键盘、鼠标、触摸屏、麦克风等或其组合。示例性输出设备可以包括显示设备、扬声器、打印机、投影仪等或其组合。示例性显示设备可以包括液晶显示器(LCD)、基于发光二极管(LED)的显示器、平板显示器、曲面屏幕、电视设备、阴极射线管(CRT)、触摸屏屏幕等,或其组合。

[0115] 通信端口540可以连接到网络(例如,网络150)以促进数据通信。通信端口540可以在脑电波获取设备110与处理设备120和/或存储设备130之间建立连接。该连接可以是有线连接、无线连接,可以实现数据传输和/或接收的任何其他通信连接,和/或这些连接的组合。有线连接可以包括例如电缆、光缆、电话线等,或其任意组合。无线连接可以包括,例如,蓝牙、Wi-Fi、无线局域网、ZigBee、移动网络(例如,3G、4G、5G)等或其组合。在一些实施例中,通信端口540可以是和/或包括标准化通信端口,例如,RS232、RS485等。在一些实施例中,通信端口240可以是专门设计的通信端口。

[0116] 上文已对基本概念做了描述,显然,对于本领域技术人员来说,上述详细披露仅仅作为示例,而并不构成对本说明书的限定。虽然此处并没有明确说明,本领域技术人员可能会对本说明书进行各种修改、改进和修正。该类修改、改进和修正在本说明书中被建议,所

以该类修改、改进、修正仍属于本说明书示范实施例的精神和范围。

[0117] 同时,本说明书使用了特定词语来描述本说明书的实施例。如“一个实施例”、“一实施例”、和/或“一些实施例”意指与本说明书至少一个实施例相关的某一特征、结构或特点。因此,应强调并注意的是,本说明书中在不同位置两次或多次提及的“一实施例”或“一个实施例”或“一个替代性实施例”并不一定是指同一实施例。此外,本说明书的一个或多个实施例中的某些特征、结构或特点可以进行适当的组合。

[0118] 此外,除非权利要求中明确说明,本说明书所述处理元素和序列的顺序、数字字母的使用、或其他名称的使用,并非用于限定本说明书流程和方法的顺序。尽管上述披露中通过各种示例讨论了一些目前认为有用的发明实施例,但应当理解的是,该类细节仅起到说明的目的,附加的权利要求并不仅限于披露的实施例,相反,权利要求旨在覆盖所有符合本说明书实施例实质和范围的修正和等价组合。例如,虽然以上所描述的系统组件可以通过硬件设备实现,但是也可以只通过软件的解决方案得以实现,如在现有的服务器或移动设备上安装所描述的系统。

[0119] 同理,应当注意的是,为了简化本说明书披露的表述,从而帮助对一个或多个发明实施例的理解,前文对本说明书实施例的描述中,有时会将多种特征归并至一个实施例、附图或对其的描述中。但是,这种披露方法并不意味着本说明书对象所需要的特征比权利要求中提及的特征多。实际上,实施例的特征要少于上述披露的单个实施例的全部特征。

[0120] 一些实施例中使用了描述成分、属性数量的数字,应当理解的是,此类用于实施例描述的数字,在一些示例中使用了修饰词“大约”、“近似”或“大体上”来修饰。除非另外说明,“大约”、“近似”或“大体上”表明所述数字允许有 $\pm 20\%$ 的变化。相应地,在一些实施例中,说明书和权利要求中使用的数值参数均为近似值,该近似值根据个别实施例所需特点可以发生改变。在一些实施例中,数值参数应考虑规定的有效数位并采用一般位数保留的方法。尽管本说明书一些实施例中用于确认其范围广度的数值域和参数为近似值,在具体实施例中,此类数值的设定在可行范围内尽可能精确。

[0121] 针对本说明书引用的每个专利、专利申请、专利申请公开物和其他材料,如文章、书籍、说明书、出版物、文档等,特此将其全部内容并入本说明书作为参考。与本说明书内容不一致或产生冲突的申请历史文件除外,对本说明书权利要求最广范围有限制的文件(当前或之后附加于本说明书中的)也除外。需要说明的是,如果本说明书附属材料中的描述、定义、和/或术语的使用与本说明书所述内容有不一致或冲突的地方,以本说明书的描述、定义和/或术语的使用为准。

[0122] 最后,应当理解的是,本说明书中所述实施例仅用以说明本说明书实施例的原则。其他的变形也可能属于本说明书的范围。因此,作为示例而非限制,本说明书实施例的替代配置可视为与本说明书的教导一致。相应地,本说明书的实施例不仅限于本说明书明确介绍和描述的实施例。

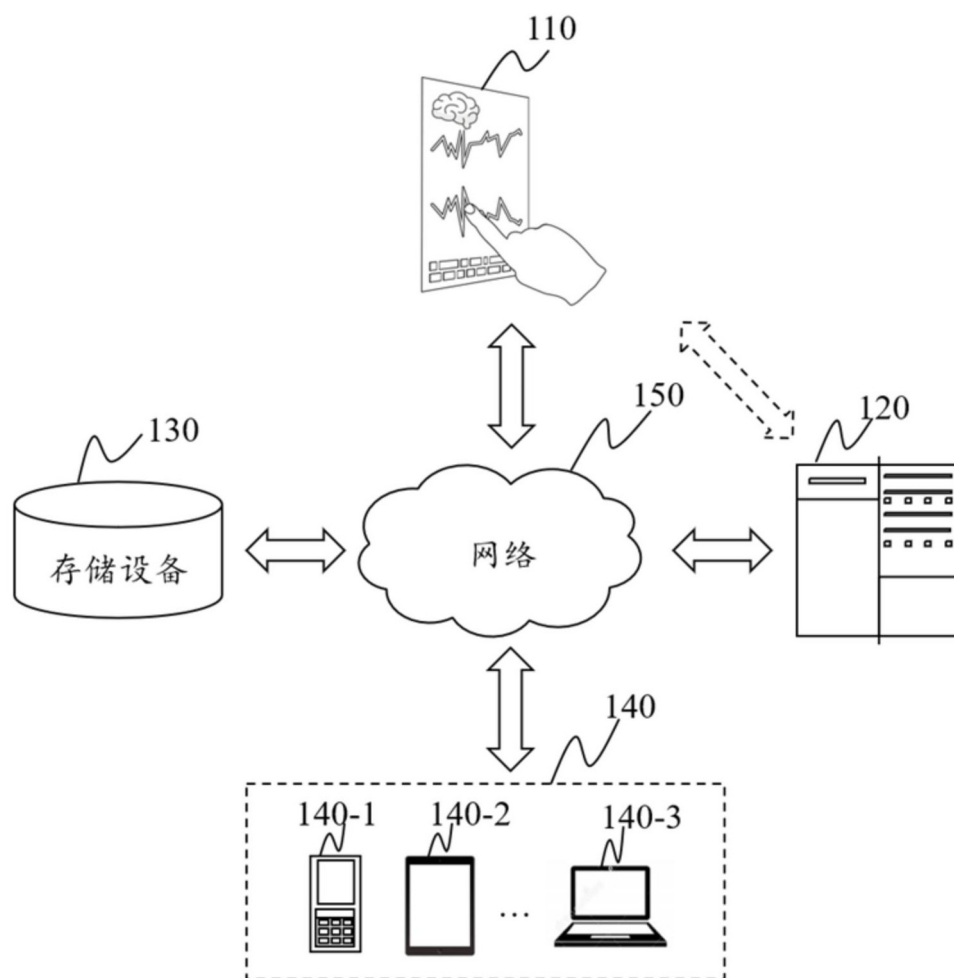
100

图1

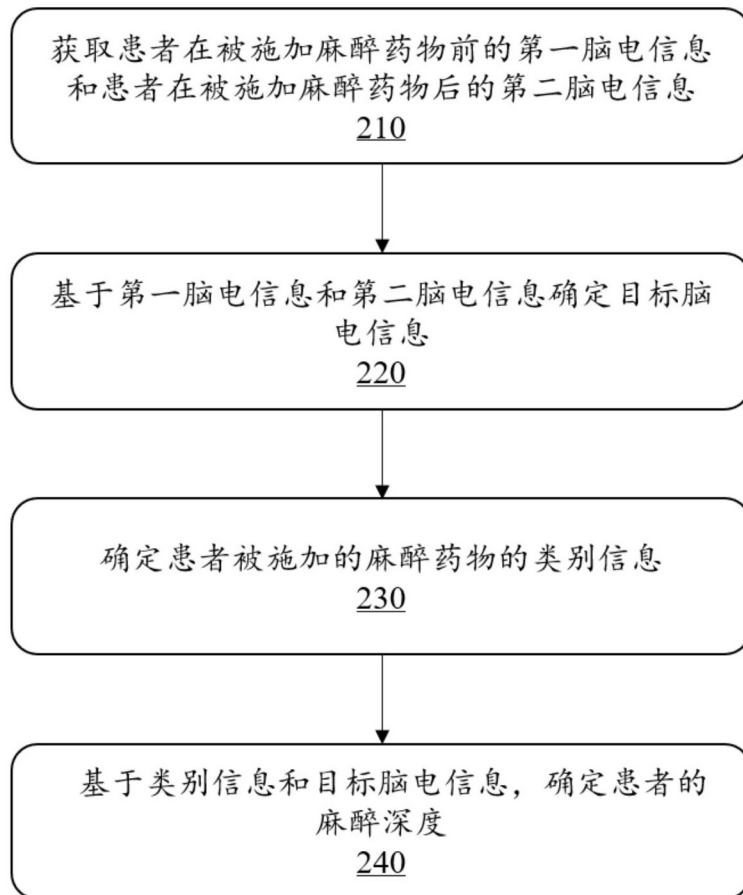
200

图2

爆发抑制:



完全抑制:



图3

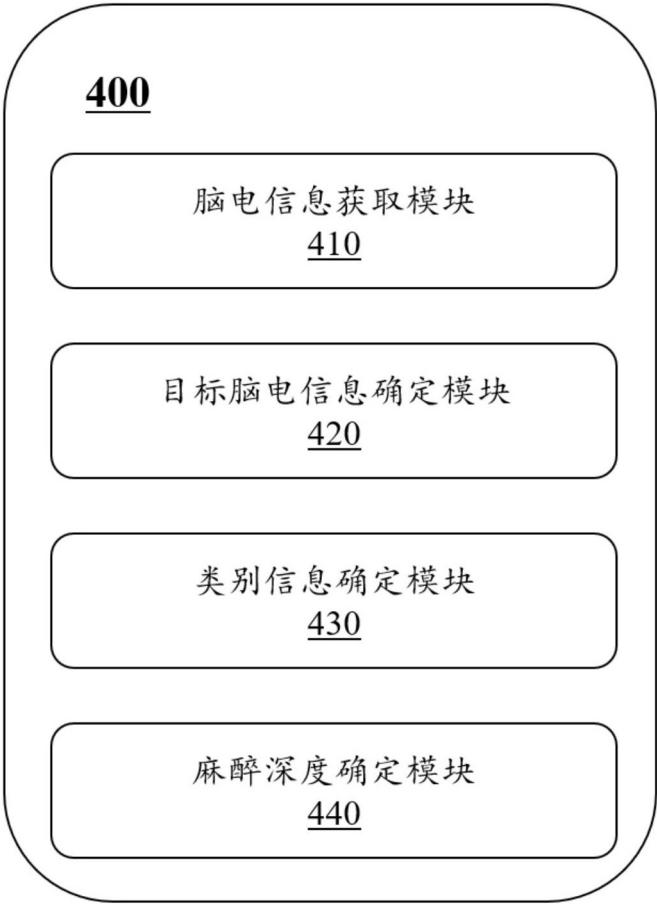


图4

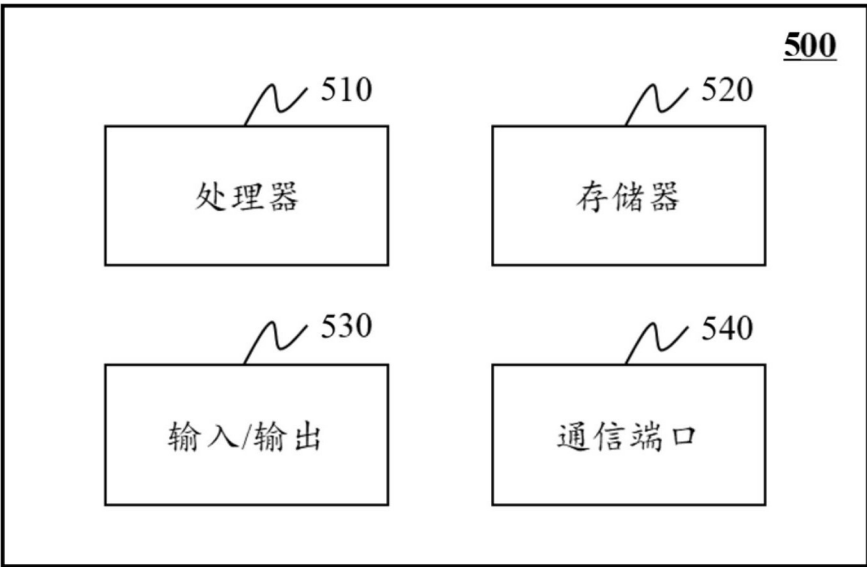


图5