



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117063243 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 14

(21) 申请号 202280023374.8

(22) 申请日 2022.01.21

(30) 优先权数据

17/156,293 2021.01.22 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.09.21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2022/050544 2022.01.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/157707 EN 2022.07.28

(71) 申请人 西拉格国际有限公司

地址 瑞士楚格市

(72) 发明人 F·E·谢尔顿四世 D·哈里斯

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

专利代理师 刘迎春 周志明

(51) Int.Cl.

G16H 20/40 (2006.01)

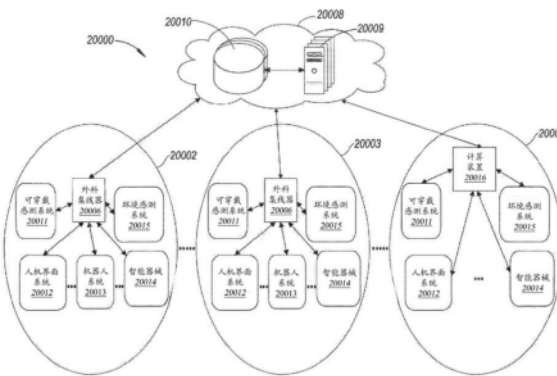
权利要求书3页 说明书101页 附图25页

(54) 发明名称

用于改善人工智能算法迭代的机器学习

(57) 摘要

可提供一种用于将机器学习应用于数据集以改善手术结果的计算系统。该计算系统可包括处理器。该处理器可被配置成能够执行多个动作。可根据可包括一个或多个生物标志物的数据集确定外科装置的操作行为可能未达最佳的指示。可使用机器学习和该数据集来确定模型,该模型可优化和/或改善该外科装置的该操作行为以改善手术结果。可使用由医护人员给出的反馈来更新该模型以改善该模型。可使用该模型和该数据集来确定控制程序更新。该控制程序更新可被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作该外科装置的方式。可将该控制程序更新发送到该外科装置。



1. 一种用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的计算系统,所述计算系统包括

处理器,所述处理器被配置成能够:

根据包括一个或多个生物标志物的数据集合确定外科装置的操作行为未达最佳的指示;

使用所述数据集合确定机器学习模型,所述机器学习模型优化所述外科装置的所述操作行为以改善手术结果;

使用由医护专业人员(HCP)给出的反馈来更新所述模型以改善所述模型;

使用所述模型和所述数据集合来确定控制程序更新,所述控制程序更新被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作所述外科装置的方式;以及

将所述控制程序更新发送到所述外科装置。

2. 根据权利要求1所述的计算系统,其中,所述处理器被进一步配置成能够:

确定对所述反馈的请求将导致更快的学习周期来训练所述模型,所述模型优化所述外科装置的所述操作行为;以及

将对所述反馈的所述请求发送到所述HCP。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的计算系统,其中,所述处理器被进一步配置成能够根据所述模型确定高级器械操作将减少患者的并发症和/或改善所述患者的恢复率,并且其中所述处理器被进一步配置成能够使用所述模型和所述数据集合,通过改变所述控制程序在所述外科手术期间操作所述外科装置的方式以提供所述高级器械操作来生成所述控制程序更新。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的计算系统,其中,所述模型还提供风险级别评估,并且任选地其中,由所述HCP给出的所述反馈还包括风险级别验证,所述风险级别验证指示所述HCP同意由所述模型提供的所述风险级别评估。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的计算系统,其中,所述模型还基于所述一个或多个生物标志物提供对患者的诊断,并且任选地其中,由所述HCP给出的所述反馈还包括诊断验证,所述诊断验证指示所述HCP同意由所述模型提供的所述诊断。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的计算系统,其中,所述模型还提供通知级别,以通过在所述外科手术期间寻求来自所述HCP的所述反馈来实现所述模型的改善。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的计算系统,其中,所述模型还提供通知级别,以减少在所述外科手术期间对所述HCP的干扰。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的计算系统,其中,所述模型还提供通知级别,以通过在所述外科手术期间寻求来自所述HCP的所述反馈同时最小化在所述外科手术期间对所述HCP的干扰来改善所述模型的质量。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的计算系统,其中,所述处理器被进一步配置成能够确定与在所述外科手术期间操作所述外科装置的所述控制程序相关联的先前机器学习模型,并且其中所述处理器被进一步配置成能够使用所述数据集合和所述先前模型来确定所述机器学习模型,所述机器学习模型优化所述外科装置的所述操作行为以改善所述手术结果。

10. 一种用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的计算系统,所述计算系统

包括

处理器,所述处理器被配置成能够:

根据包括一个或多个生物标志物的数据集合确定外科装置的操作行为未达最佳;

使用所述数据集合确定机器学习模型,所述机器学习模型优化所述外科装置的所述操作行为并预测外科并发症;

使用由医护专业人员 (HCP) 给出的反馈来更新所述模型以改善所述模型;

使用所述模型和所述数据集合来确定控制程序更新,所述控制程序更新被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作所述外科装置的方式以防止所述外科并发症;以及

将所述控制程序更新发送到所述外科装置。

11. 根据权利要求10所述的计算系统,其中,所述控制程序是第一控制程序,所述控制程序更新是第一控制程序更新,并且所述处理器被进一步配置成能够使用所述模型和所述数据集合来生成第二控制程序更新,所述第二控制程序更新被配置成能够改变第二控制程序操作与患者相关联的感测系统的方式以监测所述外科并发症。

12. 根据权利要求10或权利要求11所述的计算系统,其中,所述处理器被进一步配置成能够:

确定对所述反馈的请求将导致更快的学习周期来确定所述机器学习模型,所述机器学习模型优化所述外科装置的所述操作行为并预测所述外科并发症;以及

将对所述反馈的所述请求发送到所述HCP。

13. 根据权利要求10至12中任一项所述的计算系统,其中,由所述HCP给出的所述反馈还包括外科并发症验证,所述外科并发症验证指示所述HCP同意由所述模型预测的所述外科并发症。

14. 根据权利要求10至13中任一项所述的计算系统,其中,所述模型还提供针对所述外科并发症的风险级别评估,并且任选地其中,由所述HCP给出的所述反馈还包括风险级别验证,所述风险级别验证指示所述HCP同意由所述模型提供的针对外科并发症的所述风险级别评估。

15. 根据权利要求10至14中任一项所述的计算系统,其中,所述模型还提供通知级别,以通过在所述外科手术期间从所述HCP寻求关于所述外科并发症的所述反馈来改善所述模型的质量。

16. 根据权利要求10至15中任一项所述的计算系统,其中,所述模型还提供通知级别,以通过减少在所述外科手术期间对所述HCP的干扰来防止所述外科并发症。

17. 一种由计算系统执行的用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的方法,所述方法包括:

使用从感测系统接收的所述数据集合确定外科装置的操作行为未达最佳,其中所述数据集合包括生物标志物;

使用所述数据集合确定机器学习模型,所述机器学习模型改善所述外科装置的所述操作行为以改善所述手术结果;

使用由医护人员 (HCP) 给出的反馈来更新所述模型以改善所述模型;

使用所述模型和所述数据集合来确定控制程序更新,所述控制程序更新被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作所述外科装置的方式;以及

将所述控制程序更新发送到所述外科装置。

18. 根据权利要求17所述的方法, 其中, 所述方法还包括:

使用所述生物标志物和所述反馈来确定数据集改善; 以及

使用所述数据集改善来更新所述模型。

19. 根据权利要求17或权利要求18所述的方法, 其中, 所述生物标志物是第一生物标志物, 所述感测系统是第一感测系统, 并且所述方法还包括:

使用所述模型和所述反馈来确定传感器馈送改善; 以及

使用所述传感器馈送改善从第二感测系统确定第二生物标志物; 以及

使用所述第二生物标志物来更新所述模型。

20. 根据权利要求1至9中任一项所述的计算系统, 或根据权利要求17至19中任一项所述的方法, 其中, 所述手术结果包括以下中的一者或多者: 患者的并发症减少、所述患者的恢复率改善、所述感测系统的假阳性感测问题少。

21. 一种计算机可读介质, 所述计算机可读介质包括指令, 所述指令在由计算机执行时使所述计算机执行根据权利要求17至20中任一项所述的方法。

用于改善人工智能算法迭代的机器学习

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请涉及同时提交的以下专利申请,这些专利申请中的每一者的内容以引用方式并入本文:

[0003] • 名称为“METHOD OF ADJUSTING A SURGICAL PARAMETER BASED ON BIOMARKER MEASUREMENTS”的美国专利申请US 17/156287,代理人案卷END9290USNP1号。

背景技术

[0004] 可使用感测系统(其可包括可穿戴装置)来跟踪患者的一个或多个生物标志物。医护人员(HCP)可使用生物标志物来诊断患者的疾病或确定患者的问题(诸如外科并发症)。可使用机器学习来改善来自可穿戴设备的数据(诸如生物标志物)。但训练机器学习可能是耗时的并且可能是不方便的。

发明内容

[0005] 一种用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的计算系统可包括处理器。该处理器可被配置成能够根据包括一个或多个生物标志物的数据集合确定外科装置的操作行为未达最佳的指示;使用该数据集合确定机器学习模型,该机器学习模型优化该外科装置的该操作行为以改善手术结果;使用由医护专业人员(HCP)给出的反馈来更新该模型以改善该模型;使用该模型和该数据集合来确定控制程序更新,该控制程序更新被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作该外科装置的方式;以及将该控制程序更新发送到该外科装置。

[0006] 确定可包括训练、生成和/或确定。改善手术结果可涉及使用数据集合和模型来预测外科并发症,使得控制程序更新被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作外科装置的方式以防止外科并发症。可训练机器学习模型以确定和/或预测一个或多个手术结果和/或一个或多个外科并发症。可创建和/或训练机器学习模型以预测外科并发症的概率。

[0007] 可训练机器学习模型以检测第二外科装置操作参数可与在由数据集合(例如,生物标志物测量数据)表示的生理条件状态下不存在外科并发症相关的数据模式。该模型可预测外科装置可如何操作,可预测可穿戴装置可如何操作,可预测外科并发症(例如,风险级别评估),可预测手术结果,可预测手术成功率,和/或可预测改善的恢复率。该模型可例如通过指示疾病可能发生或可能正在发生的概率来诊断疾病。该模型可通过确定手术结果以及通过确定可在外科装置上调整以改善手术结果的一个或多个参数来优化外科装置的操作行为。该模型可通过确定手术结果以及通过确定可修改、更新和/或生成用于外科装置的控制程序以修改外科装置的操作行为来优化外科装置的操作行为。

[0008] 有利地,可以涉及用户/HCP较少时间和较少注意力的方式改善外科装置。

[0009] 该处理器可被进一步配置成能够:确定对该反馈的请求将导致更快的学习周期来训练该模型,该模型优化该外科装置的该操作行为;以及将该反馈的该请求发送到该HCP。有利地,可允许强化学习。

[0010] 该处理器可被进一步配置成能够根据该模型确定高级器械操作将减少患者的并发症或改善该患者的恢复率,并且其中该处理器被进一步配置成能够使用该模型和该数据集,通过改变该控制程序在该外科手术期间操作该外科装置的方式以提供该高级器械操作来生成该控制程序更新。有利地,可通过使用更新的控制程序来减少并发症和/或改善恢复率,这可通过减少用户/HCP修改来实现。

[0011] 该模型还可提供风险级别评估,并且任选地其中由该HCP给出的该反馈还包括风险级别验证,该风险级别验证指示该HCP同意由该模型提供的该风险级别评估。有利地,可更容易确定外科手术的风险级别评估,并且可通过HCP来强化机器学习。

[0012] 该模型还可基于该一个或多个生物标志物提供对患者的诊断,并且其中由该HCP给出的该反馈还包括诊断验证,该诊断验证指示该HCP同意由该模型提供的该诊断。有利地,可允许强化学习。

[0013] 该模型还可提供通知级别,以通过在该外科手术期间寻求来自该HCP的该反馈来实现该模型的改善。有利地,可训练该模型以当存在外科并发症的高风险时向HCP发送通知。

[0014] 该模型还可提供通知级别,以减少在该外科手术期间对该HCP的干扰。有利地,该模型可防止将不相关数据(例如,生物标志物测量数据)报告给HCP以减少干扰。

[0015] 该模型还可提供通知级别,以通过在该外科手术期间寻求来自该HCP的该反馈同时最小化在该外科手术期间对该HCP的干扰来改善该模型的质量。有利地,可允许外科手术期间的强化学习,同时最小化干扰,诸如报告不相关数据。

[0016] 该处理器可被进一步配置成能够确定与在该外科手术期间操作该外科装置的该控制程序相关联的先前机器学习模型,并且其中该处理器被进一步配置成能够使用该数据集和该先前模型来确定该机器学习模型,该机器学习模型优化该外科装置的该操作行为以改善该手术结果。有利地,先前模型可用于优化外科装置的操作行为,因此需要HCP/用户提供较少的输入来改善外科装置。

[0017] 一种用于将机器学习应用于数据集以改善手术结果的计算系统可包括处理器。该处理器可被配置成能够:根据包括一个或多个生物标志物的数据集确定外科装置的操作行为未达最佳;使用该数据集确定机器学习模型,该机器学习模型优化该外科装置的该操作行为并预测外科并发症;使用由医护专业人员(HCP)给出的反馈来更新该模型以改善该模型;使用该模型和该数据集来确定控制程序更新,该控制程序更新被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作该外科装置的方式以防止该外科并发症;以及将该控制程序更新发送到该外科装置。

[0018] 确定可包括训练、生成和/或确定。可训练机器学习模型以确定和/或预测一个或多个手术结果和/或一个或多个外科并发症。可创建和/或训练机器学习模型以预测外科并发症的概率。

[0019] 可训练机器学习模型以检测第二外科装置操作参数可与在由数据集(例如,生物标志物测量数据)表示的生理条件状态下不存在外科并发症相关的数据模式。该模型可预测外科装置可如何操作,可预测可穿戴装置可如何操作,可预测外科并发症(例如,风险级别评估),可预测手术结果,可预测手术成功率,和/或可预测改善的恢复率。该模型可例如通过指示疾病可能发生或可能正在发生的概率来诊断疾病。该模型可通过确定手术结果

以及通过确定可在外科装置上调整以改善手术结果的一个或多个参数来优化外科装置的操作行为。该模型可通过确定手术结果以及通过确定可修改、更新和/或生成用于外科装置的控制程序以修改外科装置的操作行为来优化外科装置的操作行为。

[0020] 有利地,可以涉及用户/HCP较少时间和较少注意力的方式改善外科装置。

[0021] 该控制程序可以是第一控制程序,该控制程序更新可以是第一控制程序更新,并且该处理器可被进一步配置成能够使用该模型和该数据集合来生成第二控制程序更新,该第二控制程序更新被配置成能够改变第二控制程序操作与患者相关联的感测系统的方式以监测该外科并发症。有利地,可同时更新多个控制程序,因为该模型能够为多个控制程序生成控制程序更新。

[0022] 该处理器可被进一步配置成能够:确定对该反馈的请求将导致更快的学习周期来确定该机器学习模型,该机器学习模型优化该外科装置的该操作行为并预测该外科并发症;以及将该反馈的该请求发送到该HCP。有利地,可降低学习周期的速度(即,可减少完成学习周期所花费的时间)。

[0023] 由HCP提供的反馈还可包括外科并发症验证,该外科并发症验证指示HCP同意由模型预测的外科并发症。有利地,可提供强化学习。

[0024] 该模型还可提供针对该外科并发症的风险级别评估,并且任选地其中由该HCP给出的该反馈还包括风险级别验证,该风险级别验证指示该HCP同意由该模型提供的针对外科并发症的该风险级别评估。有利地,可更容易确定外科手术的风险级别评估,并且可通过HCP来强化机器学习。

[0025] 该模型还可提供通知级别,以通过在该外科手术期间从该HCP寻求关于该外科并发症的该反馈来改善该模型的质量。有利地,可允许外科手术期间的强化学习。

[0026] 该模型还可提供通知级别,以通过减少在该外科手术期间对该HCP的干扰来防止该外科并发症。有利地,该模型可防止将不相关数据(例如,生物标志物测量数据)报告给HCP以减少干扰。

[0027] 一种由计算系统执行的用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的方法可包括:使用从感测系统接收的数据集合确定外科装置的操作行为未达最佳,其中该数据集合包括生物标志物;使用该数据集合确定机器学习模型,该机器学习模型改善该外科装置的该操作行为以改善该手术结果;使用由医护人员(HCP)给出的反馈来更新该模型以改善该模型;使用该模型和该数据集合来确定控制程序更新,该控制程序更新被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作该外科装置的方式;以及将该控制程序更新发送到该外科装置。

[0028] 数据集合可包括外科装置数据,并且可使用外科装置数据和生物标志物来执行确定机器学习模型,并且可使用外科装置数据来执行控制程序更新。

[0029] 可训练机器学习模型以确定和/或预测一个或多个手术结果和/或一个或多个外科并发症。可创建和/或训练机器学习模型以预测外科并发症的概率。

[0030] 可训练机器学习模型以检测第二外科装置操作参数可与在由数据集合(例如,生物标志物测量数据)表示的生理条件状态下不存在外科并发症相关的数据模式。该模型可预测外科装置可如何操作,可预测可穿戴装置可如何操作,可预测外科并发症(例如,风险级别评估),可预测手术结果,可预测手术成功率,和/或可预测改善的恢复率。该模型可例

如通过指示疾病可能发生或可能正在发生的概率来诊断疾病。该模型可通过确定手术结果以及通过确定可在外科装置上调整以改善手术结果的一个或多个参数来优化外科装置的操作行为。该模型可通过确定手术结果以及通过确定可修改、更新和/或生成用于外科装置的控制程序以修改外科装置的操作行为来优化外科装置的操作行为。

[0031] 有利地,可以涉及用户/HCP较少时间和较少注意力的方式改善外科装置。

[0032] 该方法还可包括:使用该生物标志物和该反馈来确定数据集合改善;以及使用该数据集合改善来更新该模型。数据集合改善可以是以下中的一者或多者:数据集改善、数据集具有改善的准确度、数据集的方法改善、由数据提供的预测改善、假阳性被去除和/或数据过滤改善。有利地,可通过改善数据集合来改善模型的准确度。

[0033] 该生物标志物可以是第一生物标志物,该感测系统可以是第一感测系统,并且该方法还可包括:使用该模型和该反馈来确定传感器馈送改善;以及使用该传感器馈送改善从第二感测系统确定第二生物标志物;以及使用该第二生物标志物来更新该模型。

[0034] 传感器反馈改善可以是第二感测系统与第一感测系统相比可提供改善的生物标志物跟踪的指示。传感器反馈改善还可以是以下指示:第二生物标志物可改善用第一生物标志物进行的诊断、可改善第一生物标志物的准确度、可与第一生物标志物互补、可确认基于第一生物标志物的预测和/或可与第一生物标志物一起使用来改善预测。

[0035] 有利地,可通过使用第二感测系统来改善模型的准确度。

[0036] 该手术结果可包括以下中的一者或多者:患者的并发症减少、患者的恢复率改善、和感测系统的假阳性感测问题少。

[0037] 一种计算机可读介质可包括指令,该指令在由计算机执行时可使该计算机执行上述方法中的任一种方法。

[0038] 本文公开了用于提供机器学习的方法、系统和设备,该机器学习可用于改善人工智能算法,可减少用于训练人工智能算法的迭代,和/或可使训练机器学习耗时更少。自适应学习算法可用于聚集一个或多个数据流。自适应学习算法可用于从数据集合生成和/或确定元数据。自适应学习算法可用于处理数据、确定传输数据的有效方式、确定存储数据的有效方式等。自适应学习可用于确定来自先前机器学习分析的一个或多个改善。传感器馈送、数据馈送和/或生物标志物馈送的收集和/或处理的改善可用于产生改善的功率器械算法。例如,改善可用于基于期望的结果产生改善的功率器械算法。

[0039] 可使用一种用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的计算系统和/或方法。该计算系统可包括处理器,该处理器可执行该方法。可确定包括一个或多个生物标志物的数据集合。该数据集合和/或该一个或多个生物标志物可指示外科装置的操作行为可能未达最佳。可使用机器学习和该数据集合来确定模型。该模型可优化和/或改善外科装置的操作行为以改善手术结果。可使用由医护人员(HCP)给出的反馈来更新该模型以改善该模型。可使用模型和集合数据来确定控制程序更新。该控制程序更新可被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作该外科装置的方式。可将该控制程序更新发送到该外科装置。

[0040] 可使用一种用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的计算系统和/或方法。该计算系统可包括处理器,该处理器可执行该方法。可根据包括一个或多个生物标志物的数据集合确定外科装置的操作行为可能未达最佳。可使用机器学习和该数据集合来确定模型,该模型优化和/或改善该外科装置的该操作行为并可预测外科并发症。可使用由医护

人员 (HCP) 给出的反馈来更新该模型以改善该模型。可使用该模型和该数据集合来确定该控制程序更新。该控制程序更新可被配置成能够改变控制程序可在外科手术期间操作该外科装置的方式,以防止该外科并发症。可将该控制程序更新发送到该外科装置。

[0041] 可使用一种用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的计算系统和或方法。该计算系统可包括处理器,该处理器可执行该方法。可使用来自感测系统的外科装置数据和生物标志物来确定外科装置的操作行为可能未达最佳。可使用机器学习、该外科装置数据和该生物标志物来确定模型,该模型优化和/或改善外科装置的该操作行为以改善该手术结果。可使用由医护人员 (HCP) 给出的反馈来更新该模型以改善该模型。可使用生物标志物和外科装置数据来确定控制程序更新。该控制程序更新可被配置成能够改变控制程序可在外科手术期间操作该外科装置的方式。可将该控制程序更新发送到该外科装置。

[0042] 以简化的形式提供本发明内容以介绍一些概念,这些概念将在本文的具体实施方式中进一步描述。本发明内容并非旨在识别受权利要求书保护的的主题的关键特征或本质特征,也并非旨在用于限制受权利要求书保护的的主题的范围。本文描述了其他特征。

附图说明

[0043] 图1A是计算机实现的患者和外科医生监测系统的框图。

[0044] 图1B是感测系统、生物标志物和生理系统之间的示例性关系的框图。

[0045] 图2A示出了外科手术室中的外科医生监测系统的示例。

[0046] 图2B示出了患者监测系统(例如,受控患者监测系统)的示例。

[0047] 图2C示出了患者监测系统(例如,非受控患者监测系统)的示例。

[0048] 图3示出了与各种系统配对的示例性外科集线器。

[0049] 图4示出了具有一组通信外科集线器的外科数据网络,该组通信外科集线器被配置成能够与一组感测系统、环境感测系统、一组装置等连接。

[0050] 图5示出了可以是外科医生监测系统的一部分的示例性计算机实现的交互式外科系统。

[0051] 图6A示出了包括耦接到模块化控制塔的多个模块的外科集线器。

[0052] 图6B示出了受控患者监测系统的示例。

[0053] 图6C示出了非受控患者监测系统的示例。

[0054] 图7A示出了外科器械或工具的控制系统的逻辑图。

[0055] 图7B示出了具有传感器单元和数据处理和通信单元的示例性感测系统。

[0056] 图7C示出了具有传感器单元和数据处理和通信单元的示例性感测系统。

[0057] 图7D示出了具有传感器单元和数据处理和通信单元的示例性感测系统。

[0058] 图8示出了指示基于外科医生生物标志物水平调整外科装置的操作参数的例示性外科手术的示例性时间线。

[0059] 图9是计算机实现的交互式外科医生/患者监测系统的框图。

[0060] 图10示出了示例性外科系统,该示例性外科系统包括具有控制器和马达的柄部、可释放地耦接到柄部的适配器和可释放地耦接到适配器的加载单元。

[0061] 图11A至图11D示出了可用于监测外科医生生物标志物或患者生物标志物的感测系统的示例。

[0062] 图12是患者监测系统或外科医生监测系统的框图。

[0063] 图13描绘了用于应用机器学习来改善一个或多个可穿戴设备的算法和/或控制的框图。

[0064] 图14描绘了用于应用机器学习来改善人工智能算法和/或用于人工智能算法的学习迭代的框图。

[0065] 图15描绘了用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的方法。

[0066] 图16描绘了用于应用机器学习来改善一个或多个患者监测措施的流程图。

具体实施方式

[0067] 图1A是计算机实现的患者和外科医生监测系统20000的框图。患者和外科医生监测系统20000可包括一个或多个外科医生监测系统20002和一个或多个患者监测系统(例如,一个或多个受控患者监测系统20003和一个或多个非受控患者监测系统20004)。每个外科医生监测系统20002可包括计算机实现的交互式外科系统。每个外科医生监测系统20002可包括以下各项中的至少一项:与云计算系统20008通信的外科集线器20006,例如,如图2A所述。患者监测系统20000中的每个患者监测系统可包括以下各项中的至少一项:例如,与云计算系统20008通信的外科集线器20006或计算装置20016,如图2B和图2C进一步所述。云计算系统20008可包括至少一个远程云服务器20009和至少一个远程云存储单元20010。外科医生监测系统20002、受控患者监测系统20003或非受控患者监测系统20004中的每一者可包括可穿戴感测系统20011、环境感测系统20015、机器人系统20013、一个或多个智能器械20014、人机界面系统20012等。人机界面系统在本文中也称为人机界面装置。可穿戴感测系统20011可包括一个或多个外科医生感测系统和/或一个或多个患者感测系统。环境感测系统20015可包括例如用于测量一个或多个环境属性的一个或多个装置,例如,如图2A进一步所述。机器人系统20013(与图2A中的20034相同)可包括用于执行外科手术的多个装置,例如,如图2A进一步所述。

[0068] 外科集线器20006可以与显示来自腹腔镜的图像和来自一个或多个其他智能装置以及一个或多个感测系统20011的信息的多个装置中的一个装置进行协作交互。外科集线器20006可以与一个或多个感测系统20011、一个或多个智能装置以及多个显示器交互。外科集线器20006可被配置成能够从一个或多个感测系统20011收集测量数据并且向该一个或多个感测系统20011发送通知或控制消息。外科集线器20006可以向人机界面系统20012发送包括通知信息的信息和/或从该人机界面系统接收包括通知信息的信息。人机界面系统20012可包括一个或多个个人机界面装置(HID)。外科集线器20006可以发送和/或接收通知信息或控制信息,以转换成至与外科集线器通信的各种装置的音频、显示和/或控制信息。

[0069] 图1B是感测系统20001、生物标志物20005和生理系统20007之间的示例性关系的框图。该关系可用于计算机实现的患者和外科医生监测系统20000以及本文所公开的系统、装置和方法中。例如,感测系统20001可包括可穿戴感测系统20011(其可包括一个或多个外科医生感测系统以及一个或多个患者感测系统)以及环境感测系统20015,如图1A所述。该一个或多个感测系统20001可以测量与各种生物标志物20005相关的数据。该一个或多个感测系统20001可以使用一个或多个传感器例如光传感器(例如,光电二极管、光敏电阻器)、机械传感器(例如,运动传感器)、声学传感器、电传感器、电化学传感器、热电传感器、红外

线传感器等来测量生物标志物20005。该一个或多个传感器可以使用以下感测技术中的一种或多种来测量如本文所述的生物标志物20005：光电容积脉搏波描记法、心电描记术、脑电描记术、比色法、阻抗描记术、电位测定法、电流测定法等。

[0070] 由该一个或多个感测系统20001测量的生物标志物20005可包括但不限于睡眠、核心体温、最大摄氧量、身体活动、酒精消耗、呼吸率、氧饱和度、血压、血糖、心率变异性、血酸碱度、水合状态、心率、皮肤电导、末梢温度、组织灌注压、咳嗽和打喷嚏、胃肠动力、胃肠道成像、呼吸道细菌、水肿、精神因素、汗液、循环肿瘤细胞、自主神经张力、昼夜节律和/或月经周期。

[0071] 生物标志物20005可以涉及生理系统20007,其可包括但不限于行为和心理学、心血管系统、肾脏系统、皮肤系统、神经系统、胃肠系统、呼吸系统、内分泌系统、免疫系统、肿瘤、肌肉骨骼系统和/或生殖系统。来自生物标志物的信息可由例如计算机实现的患者和外科医生监测系统20000确定和/或使用。来自生物标志物的信息可以由计算机实现的患者和外科医生监测系统20000确定和/或使用,以例如改善所述系统和/或改善患者结局。

[0072] 下面更详细地描述该一个或多个感测系统20001、生物标志物20005和生理系统20007。

[0073] 睡眠

[0074] 睡眠感测系统可以测量睡眠数据,包括心率、呼吸率、体温、运动和/或脑信号。睡眠感测系统可以使用光电容积描记图(PPG)、心电图(ECG)、麦克风、温度计、加速度计、脑电图(EEG)等测量睡眠数据。睡眠感测系统可包括可穿戴装置。

[0075] 基于所测量的睡眠数据,睡眠感测系统可以检测睡眠生物标志物,包括但不限于深度睡眠量化指标、REM睡眠量化指标、睡眠中断量化指标和/或睡眠持续时间。睡眠感测系统可以将所测量的睡眠数据发射到处理单元。当睡眠感测系统感测到睡眠数据(包括心率降低、呼吸率降低、体温下降和/或运动减少)时,睡眠感测系统和/或处理单元可以检测深度睡眠。睡眠感测系统可以基于检测到的睡眠生理来生成睡眠质量评分。

[0076] 在一个示例中,睡眠感测系统可以将睡眠质量评分发送到计算系统,例如外科集线器。在一个示例中,睡眠感测系统可以将检测到的睡眠生物标志物发送到计算系统,例如外科集线器。在一个示例中,睡眠感测系统可以将所测量的睡眠数据发送到计算系统,例如外科集线器。计算系统可以基于所接收的测量数据推导出睡眠生理并且生成一个或多个睡眠生物标志物,诸如深度睡眠量化指标。计算系统可以基于睡眠生物标志物生成治疗计划,包括疼痛管理策略。外科集线器可以基于睡眠生物标志物检测潜在的风险因素或病症,包括全身性炎症和/或免疫功能下降。

[0077] 核心体温

[0078] 核心体温感测系统可以测量包括温度、发射频谱等的体温数据。核心体温感测系统可以使用温度计和/或无线电遥测术的某种组合来测量体温数据。核心体温感测系统可包括测量消化道温度的可摄入温度计。可摄入温度计可以无线地发射所测量的温度数据。核心体温感测系统可包括测量身体发射谱的可穿戴天线。核心体温感测系统可包括测量体温数据的可佩戴贴片。

[0079] 核心体温感测系统可以使用体温数据来计算体温。核心体温感测系统可将计算出的体温发射到监测装置。监测装置可以随时间跟踪核心体温数据并将其显示给用户。

[0080] 核心体温感测系统可以在本地处理核心体温数据或者将该数据发送到处理单元和/或计算系统。基于所测量的温度数据,核心体温感测系统可以检测体温相关生物标志物、并发症和/或情境信息,其可包括异常温度、特征波动、感染、月经周期、气候、身体活动和/或睡眠。

[0081] 例如,核心体温感测系统可以基于在36.5℃和37.5℃范围之外的温度来检测异常温度。例如,核心体温感测系统可以基于某些温度波动和/或当核心体温达到异常水平时检测术后感染或败血症。例如,核心体温感测系统可以使用所测量的核心体温波动来检测身体活动。

[0082] 例如,体温感测系统可以检测核心体温数据并触发感测系统发射冷却或加热元件以根据所测量的环境温度升高或降低体温。

[0083] 在一个示例中,体温感测系统可以将体温相关生物标志物发送到计算系统,例如外科集线器。在一个示例中,体温感测系统可以向计算系统发送所测量的体温数据。计算机系统可以基于所接收的体温数据推导出体温相关生物标志物。

[0084] 最大耗氧量 (V02 Max)

[0085] 最大摄氧量(最大V02)感测系统可以测量最大V02数据,包括氧摄取量、心率和/或运动速度。最大V02感测系统可以在身体活动(包括跑步和/或步行)期间测量最大V02数据。最大V02感测系统可包括可穿戴装置。最大V02感测系统可以在本地处理最大V02数据或者将该数据发射到处理单元和/或计算系统。

[0086] 基于所测量的最大V02数据,感测系统和/或计算系统可以推导出、检测和/或计算出生物标志物,包括最大V02量化指标、最大V02评分、身体活动和/或身体活动强度。最大V02感测系统可以在正确的时间片段期间选择正确的最大V02数据测量值以计算准确的V02信息。基于最大V02信息,感测系统可以检测主导心脏、血管和/或呼吸系统限制因素。基于最大V02信息,可以预测风险,包括外科手术中的不良心血管事件和/或医院内发病率风险增加。例如,当计算处的最大V02量化指标低于特定阈值(例如18.2ml kg⁻¹min⁻¹)时,可以检测到医院内发病率风险增加。

[0087] 在一个示例中,最大V02感测系统可以将最大V02相关生物标志物发送到计算系统,例如外科集线器。在一个示例中,最大V02感测系统可以向计算系统发送所测量的最大V02数据。计算机系统可以基于所接收的最大V02数据推导出最大V02相关生物标志物。

[0088] 身体活动

[0089] 身体活动感测系统可以测量身体活动数据,包括心率、运动、位置、姿势、运动范围、移动速度和/或步频。身体活动感测系统可以测量身体活动数据,包括加速度计、磁力仪、陀螺仪、全球定位系统(GPS)、PPG和/或ECG。身体活动感测系统可包括可穿戴装置。身体活动可穿戴装置可以包括但不限于手表、腕带、背心、手套、皮带、头带、鞋和/或服装。身体活动感测系统可以在本地处理身体活动数据或者将该数据发射到处理单元和/或计算系统。

[0090] 基于所测量的身体活动数据,身体活动感测系统可以检测身体活动相关生物标志物,包括但不限于锻炼活动、身体活动强度、身体活动频率和/或身体活动持续时间。身体活动感测系统可以基于身体活动信息来生成身体活动概要。

[0091] 例如,身体活动感测系统可以将身体活动信息发送到计算系统。例如,身体活动感

测系统可以将所测量的数据发送到计算系统。计算系统可以基于身体活动信息生成活动概要、训练计划和/或恢复计划。计算系统可以将身体活动信息存储在用户配置文件中。计算系统可以以图表形式显示身体活动信息。计算系统可以选择某些身体活动信息并且将该信息一起或单独地显示。

[0092] 酒精消耗

[0093] 酒精消耗感测系统可以测量包括酒精和/或汗液的酒精消耗数据。酒精消耗感测系统可以使用泵来测量排汗。泵可以使用与乙醇反应的燃料电池来检测汗液中的酒精存在。酒精消耗感测系统可包括可穿戴装置,例如腕带。酒精消耗感测系统可以使用微流体应用来测量酒精和/或汗液。微流体应用可以使用汗液刺激和商业乙醇传感器的芯吸来测量酒精消耗数据。酒精消耗感测系统可包括粘附到皮肤的可佩戴贴片。酒精消耗感测系统可包括呼气测醉器。感测系统可以在本地处理酒精消耗数据或者将该数据发射到处理单元和/或计算系统。

[0094] 基于所测量的酒精消耗数据,感测系统可以计算血液酒精浓度。感测系统可检测饮酒状况和/或风险因素。感测系统可以检测与饮酒相关的生物标志物,包括免疫能力降低、心功能不全和/或心律失常。当患者每天饮酒三个或更多个酒精单位时,可能发生免疫能力降低。感测系统可以检测术后并发症的风险因素,包括感染、心肺并发症和/或出血事件。医护人员可以使用检测到的风险因素来预测或检测手术后或术后并发症,例如,以影响在术后护理期间采取的决策和预防措施。

[0095] 在一个示例中,酒精消耗感测系统可以将与酒精消耗相关的生物标志物发送到计算系统,例如外科集线器。在一个示例中,酒精消耗感测系统可以向计算系统发送所测量的酒精消耗数据。计算机系统可以基于所接收到的酒精消耗数据推导出与酒精消耗相关的生物标志物。

[0096] 呼吸率

[0097] 呼吸感测系统可以测量呼吸率数据,包括吸气、呼气、胸腔运动和/或气流。呼吸感测系统可以机械地和/或声学地测量呼吸率数据。呼吸感测系统可以使用呼吸器来测量呼吸率数据。呼吸感测系统可以通过检测胸腔运动来机械地测量呼吸数据。胸部上的两个或更多个施加的电极可以测量这些电极之间的变化距离以检测呼吸期间的胸腔扩张和收缩。呼吸感测系统可以包括可穿戴皮肤贴片。呼吸感测系统可以使用麦克风记录气流声音来声学地测量呼吸数据。呼吸感测系统可以在本地处理呼吸数据或者将该数据发射到处理单元和/或计算系统。

[0098] 基于所测量的呼吸数据,呼吸感测系统可以生成呼吸相关生物标志物,包括呼吸频率、呼吸模式和/或呼吸深度。基于呼吸率数据,呼吸感测系统可以生成呼吸质量评分。

[0099] 基于呼吸率数据,呼吸感测系统可以检测呼吸相关的生物标志物,包括不规则呼吸、疼痛、漏气、肺塌陷、肺组织和强度和/或休克。例如,呼吸感测系统可以基于呼吸频率、呼吸模式和/或呼吸深度的变化来检测不规则性。例如,呼吸感测系统可以基于短而剧烈的呼吸来检测术后疼痛。例如,呼吸感测系统可以基于吸气和呼气之间的体积差来检测漏气。例如,呼吸感测系统可以基于呼吸频率增加结合恒定体积的吸气来检测肺塌陷。例如,呼吸感测系统可以基于呼吸率的增加(包括多于2个标准偏差)来检测肺组织强度和休克,包括全身炎症反应综合征(SIRS)。在一个示例中,本文所述的检测可以由计算系统基于所测量

的数据和/或由呼吸感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0100] 氧饱和度

[0101] 氧饱和度感测系统可以测量氧饱和度数据,包括光吸收、光透射率和/或光反射率。氧饱和度感测系统可以使用脉搏氧饱和度法。例如,氧饱和度感测系统可以通过测量脱氧和氧合血红蛋白的吸收光谱来使用脉搏氧饱和度法。氧饱和度感测系统可包括具有预定波长的一个或多个发光二极管(LED)。LED可以将光施加到血红蛋白上。氧饱和度感测系统可以测量由血红蛋白吸收的所施加的光的量。氧饱和度感测系统可以测量来自所施加的光波长的透射光和/或反射光的量。氧饱和度感测系统可包括可穿戴装置,包括耳机和/或手表。氧饱和度感测系统可以在本地处理所测量的氧饱和度数据或者将该数据发射到处理单元和/或计算系统。

[0102] 基于氧饱和度数据,氧饱和度感测系统可以计算氧饱和度相关生物标志物,包括外周血氧饱和度(SpO₂)、血红蛋白氧浓度和/或氧饱和度速率变化。例如,氧饱和度感测系统可以使用每个所施加的光波长的所测量的吸光度的比率来计算SpO₂。

[0103] 基于氧饱和度数据,氧饱和度感测系统可以预测氧饱和度相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括心胸表现、谵妄、肺塌陷和/或恢复速率。例如,当氧饱和度感测系统测量到术前SpO₂值低于59.5%时,氧饱和度感测系统可以检测术后谵妄。例如,氧饱和度感测系统可以帮助监测术后患者恢复。SpO₂低可降低组织的修复能力,因为低氧可降低细胞可产生的能量的量。例如,氧饱和度感测系统可以基于低的术后氧饱和度来检测肺塌陷。在一个示例中,本文所述的检测可以由计算系统基于所测量的数据和/或由氧饱和度感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0104] 血压

[0105] 血压感测系统可以测量血压数据,包括血管直径、组织体积和/或脉搏波传导时间。血压感测系统可以使用示波测量、超声贴片、光电容积脉搏波描记法和/或动脉张力测定法来测量血压数据。使用光电容积脉搏波描记法的血压感测系统可以包括光电探测器以感测由来自光发射器的所施加的光散射的光。使用动脉张力测定法的血压感测系统可以使用动脉壁压平。血压感测系统可以包括充气袖带、腕带、手表和/或超声贴片。

[0106] 基于所测量的血压数据,血压感测系统可以定量血压相关生物标志物,包括收缩期血压、舒张期血压和/或脉搏传导时间。血压感测系统可以使用血压相关生物标志物来检测血压相关病症,例如血压异常。当测得的收缩压和舒张压在90/60至120-90(收缩压/舒张压)的范围之外时,血压感测系统可以检测到血压异常。例如,血压感测系统可以基于所测量的低血压来检测术后脓毒性或低血容量性休克。例如,血压感测系统可以基于检测到的高血压来检测水肿风险。血压感测系统可以基于所测量的血压数据来预测谐波密封件的所需密封强度。更高的血压可能需要更强的密封件以克服破裂。血压感测系统可以在本地显示血压信息或将数据发射到系统。感测系统可以在一段时间内以图形形式显示血压信息。

[0107] 血压感测系统可以在本地处理血压数据或者将该数据发射到处理单元和/或计算系统。在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由血压感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0108] 血糖

[0109] 血糖感测系统可以测量血糖数据,包括血糖水平和/或组织葡萄糖水平。血糖感测

系统可以无创地测量血糖数据。血糖感测系统可以使用耳垂夹。血糖感测系统可以显示血糖数据。

[0110] 基于所测量的血糖数据,血糖感测系统可以推断血糖不规则性。血糖异常可包括在正常出现值的特定阈值之外的血糖值。正常血糖值可包括空腹时70mg/dL至120mg/dL的范围。正常血糖值可包括非空腹时90mg/dL至160mg/dL的范围。

[0111] 例如,当血糖值下降到50mg/dL以下时,血糖感测系统可以检测到低空腹血糖水平。例如,当血糖值超过315mg/dL时,血糖感测系统可以检测到高空腹血糖水平。基于所测量的血糖水平,血糖感测系统可以检测血糖相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括与糖尿病相关联的外周动脉疾病、压力、血流减少、感染风险和/或恢复时间减少。

[0112] 血糖感测系统可以在本地处理血糖数据或者将该数据发射到处理单元和/或计算系统。在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由血糖感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0113] 心率变异性

[0114] 心率变异性(HRV)感测系统可以测量HRV数据,包括心跳和/或连续心跳之间的持续时间。HRV感测系统可以电学地或光学地测量HRV数据。HRV感测系统可以使用ECG描记线电学地测量心率变异性数据。HRV感测系统可以使用ECG描记线测量QRS复合波中的R峰之间的时间段变化。HRV感测系统可以使用PPG描记线光学地测量心率变异性。HRV感测系统可以使用PPG描记线测量心搏间期的时间段变化。HRV感测系统可以测量设定时间间隔内的HRV数据。HRV感测系统可以包括可穿戴装置,包括环、手表、腕带和/或贴片。

[0115] 基于HRV数据,HRV感测系统可检测HRV相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括心血管健康、HRV变化、月经周期、膳食监测、焦虑程度和/或身体活动。例如,HRV感测系统可以基于高HRV来检测高心血管健康。例如,HRV感测系统可预测术前压力,并使用术前压力来预测术后疼痛。例如,HRV感测系统可以基于HRV减少来指示术后感染或败血症。

[0116] HRV感测系统可以在本地处理HRV数据或者将该数据发射到处理单元和/或计算系统。在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由HRV感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0117] 血液酸碱度(pH)

[0118] 酸碱度(pH)感测系统可以测量pH数据,包括血液pH和/或汗液pH。pH感测系统可以有创地和/或无创地测量pH数据。pH感测系统可以在微流体回路中使用比色方法和pH敏感染料无创地测量pH数据。在比色方法中,pH敏感染料可响应于汗液pH而改变颜色。pH感测系统可以使用光谱法来测量pH,以使pH敏感染料的颜色变化与pH值相匹配。pH感测系统可包括可穿戴贴片。pH感测系统可以在身体活动期间测量pH数据。

[0119] 基于所测量的pH数据,pH感测系统可以检测pH相关生物标志物,包括正常血液pH、异常血液pH和/或酸性血液pH。pH感测系统可以通过将所测量的pH数据与标准pH标度进行比较来检测pH相关生物标志物、并发症和/或情境信息。标准pH标度可确定健康的pH范围包括7.35和7.45之间的值。

[0120] pH感测系统可以使用pH相关生物标志物来指示pH病症,包括术后内出血、酸中毒、败血症、肺塌陷和/或出血。例如,pH感测系统可以基于术前酸性血液pH来预测术后内出血。酸性血液可通过抑制凝血酶生成来降低血液凝固能力。例如,pH感测系统可以基于酸性pH

预测败血症和/或出血。乳酸性酸中毒可导致酸性pH。pH感测系统可以连续地监测血液pH数据,因为酸中毒可能仅在锻炼期间发生。

[0121] pH感测系统可以在本地处理pH数据或者将pH数据发射到处理单元和/或计算系统。在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由pH感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0122] 水合状态

[0123] 水合状态感测系统可测量水合数据,包括水的光吸收、水的光反射和/或出汗水平。水合状态感测系统可以使用光谱法或基于汗液的比色法。水合状态感测系统可以通过将发射光施加到皮肤上并且测量反射光来使用光谱法。光谱法可通过测量来自某些波长(包括1720nm、1750nm和/或1770nm)的反射光的振幅来测量水含量。水合状态感测系统可包括可将光施加到皮肤上的可穿戴装置。可穿戴装置可包括手表。水合状态感测系统可以使用基于汗液的比色法来测量出汗水平。可以结合用户活动数据和/或用户水摄入数据来处理基于汗液的比色法。

[0124] 基于水合数据,水合状态感测系统可检测水含量。基于水含量,水合状态感测系统可以识别水合相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括脱水、肾损伤风险、血流减少、手术期间或之后的低血容量性休克风险和/或血容量减少。

[0125] 例如,基于所识别的水合,水合状态感测系统可以检测健康风险。脱水可能对总体健康产生负面影响。例如,水合状态感测系统在其检测到低水合水平导致的血流减少时,其可预测手术后急性肾损伤风险。例如,当水合状态感测系统检测到脱水或血容量减少时,水合状态感测系统可以计算手术期间或手术后发生低血容量性休克的风险。水合状态感测系统可以使用水合水平信息来为其他接收到的生物标志物数据提供情境,该生物标志物数据可包括心率。水合状态感测系统可以连续地测量水合状态数据。连续测量可以考虑各种因素,包括锻炼、流体摄入和/或温度,其可以影响水合状态数据。

[0126] 水合状态感测系统可在本地处理水合数据或将该数据发射到处理单元和/或计算系统。在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由水合状态感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0127] 心率

[0128] 心率感测系统可以测量心率数据,包括心室扩张、心室收缩和/或反射光。心率感测系统可以使用ECG和/或PPG测量心率数据。例如,使用ECG的心率感测系统可以包括无线电发射器、接收器和一个或多个电极。无线电发射器和接收器可以记录因心室扩张和收缩引起的跨定位在皮肤上的电极的电压。心率感测系统可以使用所测量的电压来计算心率。例如,使用PPG的心率感测系统可以将绿光施加于皮肤上并且在光电探测器中记录反射光。心率感测系统可以使用一定时间段内血液所吸收的所测量的光来计算心率。心率感测系统可以包括手表、可穿戴弹性带、皮肤贴片、手镯、服装、腕带、耳机和/或头带。例如,心率感测系统可包括可佩戴的胸部贴片。可佩戴的胸部贴片可以测量心率数据和其他生命体征或关键数据,包括呼吸率、皮肤温度、身体姿势、跌倒检测、单导联ECG、R-R间隔以及步数。可佩戴的胸部贴片可以在本地处理心率数据或者将该数据发射到处理单元。处理单元可包括显示器。

[0129] 基于所测量的心率数据,心率感测系统可以计算心率相关生物标志物,包括心率、

心率变异性和/或平均心率。基于心率数据,心率感测系统可以检测生物标志物、并发症和/或情境信息,包括压力、疼痛、感染和/或败血症。当心率超过正常阈值时,心率感测系统可以检测心率状况。心率的正常阈值可包括每分钟60次至100次心跳的范围。心率感测系统可以基于心率增加(包括超过每分钟90次心跳的心率)诊断术后感染、败血症或低血容量性休克。

[0130] 心率感测系统可以在本地处理心率数据或者将该数据发射到处理单元和/或计算系统。在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由心率感测系统生成的相关生物标志物来执行。心率感测系统可以将心率信息发射到计算系统,例如外科集线器。计算系统可以收集和显示心血管参数信息,包括心率、呼吸、温度、血压、心律失常和/或心房纤颤。基于心血管参数信息,计算系统可以生成心血管健康评分。

[0131] 皮肤电导

[0132] 皮肤电导感测系统可以测量皮肤电导数据,包括电导率。皮肤电导感测系统可包括一个或多个电极。皮肤电导感测系统可以通过跨这些电极施加电压来测量电导率。这些电极可以包括银或氯化银。可以将皮肤电导感测系统放置在一个或多个手指上。例如,皮肤电导感测系统可包括可穿戴装置。可穿戴装置可包括一个或多个传感器。可穿戴装置可以附接到一个或多个手指。皮肤电导数据可以基于出汗量而改变。

[0133] 皮肤电导感测系统可以在本地处理皮肤电导数据或者将该数据发射到计算系统。基于皮肤电导数据,皮肤电导感测系统可以计算皮肤电导相关生物标志物,包括交感神经活性水平。例如,皮肤电导感测系统可以基于高皮肤电导来检测高交感神经活性水平。

[0134] 末梢温度

[0135] 末梢温度感测系统可测量包括肢体温度的末梢温度数据。末梢温度感测系统可包括热敏电阻、热电效应或红外温度计以测量末梢温度数据。例如,使用热敏电阻的末梢温度感测系统可以测量热敏电阻的电阻。电阻可以随温而变化。例如,使用热电效应的末梢温度感测系统可以测量输出电压。输出电压可以随温度而增加。例如,使用红外温度计的末梢温度感测系统可以测量从身体的黑体辐射发射的辐射强度。辐射强度可以随温度而增加。

[0136] 基于末梢温度数据,末梢温度感测系统可确定末梢温度相关生物标志物,包括基础体温、四肢皮肤温度和/或末梢温度模式。基于末梢温度数据,末梢温度感测系统可检测各种病症,包括糖尿病。

[0137] 末梢温度感测系统可以在本地处理末梢温度数据和/或生物标志物,或将该数据发射到处理单元。例如,末梢温度感测系统可以将末梢温度数据和/或生物标志物发送到计算系统,例如外科集线器。计算系统可以用其他生物标志物分析末梢温信息,包括核心体温、睡眠和月经周期。例如,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由末梢温度感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0138] 组织灌注压

[0139] 组织灌注压感测系统可以测量包括皮肤灌注压的组织灌注压数据。组织灌注感测系统可以使用光学方法来测量组织灌注压数据。例如,组织灌注感测系统可以照射皮肤并且测量透射和反射的光以检测血流变化。组织灌注感测系统可以应用闭塞。例如,组织灌注感测系统可以基于所测量的用于在闭塞之后恢复血流的压力来确定皮肤灌注压。组织灌注

感测系统可以使用应变仪或激光多普勒血流仪测量压力以在闭塞之后恢复血流。所测量的由血液运动引起的光的频率变化可以与红血球的数量和速度直接相关,组织灌注压感测系统可以使用该数量和速度来计算压力。组织灌注压感测系统可以在手术期间监测组织瓣以测量组织灌注压数据。

[0140] 基于所测量的组织灌注压数据,组织灌注压感测系统可以检测组织灌注压相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括血容量不足、内出血、和/或组织力学特性。例如,组织灌注压感测系统可以基于灌注压下降来检测血容量不足和/或内出血。基于所测量的组织灌注压数据,组织灌注压感测系统可以通知外科工具参数和/或医疗程序。例如,组织灌注压感测系统可以使用组织灌注压数据来确定组织力学特性。基于所确定的力学特性,感测系统可生成缝合程序和/或缝合工具参数调整。基于所确定的力学特性,感测系统可以通知解剖程序。基于所测量的组织灌注压数据,组织灌注压感测系统可以生成针对灌注的总体充分性的评分。

[0141] 组织灌注压感测系统可以在本地处理组织灌注压数据或将该数据发射到处理单元和/或计算系统。在一个示例中,本文所述的检测、预测、确定和/或生成可以由计算系统基于所测量的数据和/或由组织灌注压感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0142] 咳嗽和打喷嚏

[0143] 咳嗽和打喷嚏感测系统可以测量咳嗽和打喷嚏数据,包括咳嗽、打喷嚏、运动和声音。咳嗽和打喷嚏感测系统可以跟踪可能由于用户在咳嗽或打喷嚏时掩嘴而导致的手或身体的运动。感测系统可包括加速度计和/或麦克风。感测系统可包括可穿戴装置。可穿戴装置可包括手表。

[0144] 基于咳嗽和打喷嚏数据,感测系统可以检测咳嗽和打喷嚏相关生物标志物,包括但不限于咳嗽频率、打喷嚏频率、咳嗽严重程度和/或打喷嚏严重程度。感测系统可以使用咳嗽和打喷嚏信息建立咳嗽和打喷嚏基线。咳嗽和打喷嚏感测系统可以在本地处理咳嗽和打喷嚏数据或者将该数据发射到计算系统。

[0145] 基于咳嗽和打喷嚏的数据,感测系统可以检测咳嗽和打喷嚏相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括呼吸道感染、感染、肺塌陷、肺水肿、胃食管反流病、变应性鼻炎和/或全身性炎症。例如,当咳嗽和打喷嚏感测系统测量到慢性咳嗽时,咳嗽和打喷嚏感测系统可以指示胃食管反流病。慢性咳嗽可导致食管下段发炎。食管下段发炎可影响用于袖状胃切除手术的胃组织的特性。例如,咳嗽和打喷嚏感测系统可以基于打喷嚏来检测变应性鼻炎。打喷嚏可能与全身性炎症相关。全身性炎症可影响肺和/或其他组织的力学特性。在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由咳嗽和打喷嚏感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0146] 胃肠动力

[0147] 胃肠(GI)动力感测系统可测量GI动力数据,包括pH、温度、压力和/或胃收缩。GI动力感测系统可以使用胃电描记术、胃肠电图描记术、听诊器和/或超声波。GI动力感测系统可包括不易消化的胶囊。例如,可摄入感测系统可以粘附到胃黏膜上。可摄入感测系统可以使用压电装置测量收缩,该压电装置在变形时产生电压。

[0148] 基于GI数据,感测系统可以计算GI动力相关生物标志物,包括胃、小肠和/或结肠传输时间。基于胃肠动力信息,感测系统可检测GI动力相关病症,包括肠梗阻。GI动力感测

系统可以基于小肠动力下降来检测肠梗阻。GI动力感测系统可以在其检测到GI动力病症时通知医护专业人员。GI动力感测系统可以在本地处理GI动力数据或者将该数据发射到处理单元。在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由GI动力感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0149] 胃肠道成像

[0150] GI道成像/感测系统可以收集患者结肠的图像。GI道成像/感测系统可包括可摄入的无线相机和接收器。GI道成像/感测系统可包括一个或多个白色LED、电池、无线电发射器和天线。可摄入相机可包括药丸。可摄入相机可穿过消化道并拍摄结肠的照片。可摄入相机在运动期间每秒可拍摄多达35帧的图片。可摄入相机可将图片发射到接收器。接收器可包括可穿戴装置。GI道成像/感测系统可以在本地处理图像或者将它们发射到处理单元。医生可以通过查看原始图像来做出诊断。

[0151] 基于GI道图像,GI道成像感测系统可以识别GI道相关生物标志物,包括胃组织力学特性或结肠组织力学特性。基于所收集的图像,GI道成像感测系统可以检测GI道相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括粘膜炎症、克罗恩病、吻合口漏、食道炎和/或胃炎。GI道成像/感测系统可以使用图像分析软件来复制医师诊断。GI道成像/感测系统可以在本地处理图像或者将数据发射到处理单元。在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由GI道成像/感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0152] 呼吸道细菌

[0153] 呼吸道细菌感测系统可以测量包括外来DNA或细菌的细菌数据。呼吸道细菌感测系统可以使用射频识别(RFID)标签和/或电子鼻。使用RFID标签的感测系统可包括一个或多个金电极、石墨烯传感器和/或肽层。RFID标签可与细菌结合。当细菌结合到RFID标签时,石墨烯传感器可检测细菌信号对信号存在的变化。RFID标签可包括植入物。植入物可粘附到牙齿上。植入物可发射细菌数据。感测系统可使用便携式电子鼻来测量细菌数据。

[0154] 基于所测量的细菌数据,呼吸道细菌感测系统可以检测细菌相关生物标志物,包括细菌水平。基于细菌数据,呼吸道细菌感测系统可以生成口腔健康评分。基于检测到的细菌数据,呼吸道细菌感测系统可以识别细菌相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括肺炎、肺部感染和/或肺部炎症。呼吸道细菌感测系统可以在本地处理细菌信息或者将数据发射到处理单元。在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由呼吸道细菌感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0155] 水肿

[0156] 水肿感测系统可测量水肿数据,包括小腿周长、腿部体积和/或腿部水含量水平。水肿感测系统可包括力敏电阻器、应变计、加速度计、陀螺仪、磁力计和/或超声波。水肿感测系统可包括可穿戴装置。例如,水肿感测系统可包括短袜、长袜和/或踝带。

[0157] 基于所测量的水肿数据,水肿感测系统可以检测水肿相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括炎症、炎症变化率、愈合不良、感染、渗漏、结肠直肠吻合口漏和/或水积累。

[0158] 例如,水肿感测系统可以基于流体积累来检测结肠直肠吻合口漏风险。基于检测到的水肿生理病症,水肿感测系统可以生成愈合质量评分。例如,水肿感测系统可以通过将

水肿信息与特定阈值小腿周长进行比较来生成愈合质量评分。基于检测到的水肿信息,水肿感测系统可生成水肿工具参数,包括对缝合器按压的响应性。水肿感测系统可以通过使用来自加速度计、陀螺仪和/或磁力计的测量来提供所测量的水肿数据的情境。例如,水肿感测系统可以检测用户是坐着、站着还是躺下。

[0159] 水肿感测系统可以在本地处理所测量的水肿数据或者将该水肿数据发射到处理单元。在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由水肿感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0160] 精神因素

[0161] 精神因素感测系统可以测量精神方面数据,包括心率、心率变异性、大脑活动、皮肤电导、皮肤温度、皮肤电反应、运动和/或出汗率。精神因素感测系统可以在设定的持续时间内测量精神因素数据以检测精神因素数据的变化。精神因素感测系统可包括可穿戴装置。可穿戴装置可包括腕带。

[0162] 基于精神因素数据,感测系统可以检测精神因素相关生物标志物,包括情绪模式、积极水平和/或乐观水平。基于检测到的精神因素信息,精神因素感测系统可以识别精神因素相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括认知损害、压力、焦虑和/或疼痛。基于精神因素信息,精神因素感测系统可以生成精神因素评分,包括积极评分、乐观评分、意识错乱或谵妄评分、精神敏度评分、压力评分、焦虑评分、抑郁评分和/或疼痛评分。

[0163] 精神因素数据、相关生物标志物、并发症、情境信息和/或精神因素评分可用于确定治疗过程,包括疼痛缓解治疗。例如,当检测到术前焦虑和/或抑郁时,可以预测术后疼痛。例如,基于检测到的积极水平和乐观水平,精神因素感测系统可以确定情绪质量和精神状态。基于情绪质量和精神状态,精神因素感测系统可以指示将有益于患者的另外的护理程序,包括疼痛治疗和/或心理援助。例如,基于检测到的认知损害、意识错乱和/或精神敏度,精神因素感测系统可以指示各种病症,包括谵妄、脑病和/或败血症。谵妄可以是活性过高或活性过低的。例如,基于检测到的压力和焦虑,精神因素感测系统可以指示各种病症,包括医院焦虑和/或抑郁。基于检测到的医院焦虑和/或抑郁,精神因素感测系统可以生成治疗计划,包括疼痛缓解治疗和/或术前支持。

[0164] 在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由精神因素感测系统生成的相关生物标志物来执行。精神因素感测系统可以在本地处理精神因素数据或者将该数据发射到处理单元。

[0165] 汗液

[0166] 汗液感测系统可以测量汗液数据,包括汗液、出汗率、皮质醇、肾上腺素和/或乳酸盐。汗液感测系统可以使用微流体捕获、唾液测试、纳米多孔电极系统、电子鼻、反向离子电渗、血液检查、电流式薄膜生物传感器、纺织有机电化学晶体管装置和/或电化学生物传感器来测量汗液数据。感测系统可以使用比色法或阻抗测量法通过微流体捕获来测量汗液数据。微流体捕获可包括与皮肤接触放置的柔性贴片。汗液感测系统可以使用唾液测试来测量皮质醇。唾液测试可以使用电化学方法和/或分子选择性有机电化学晶体管装置。汗液感测系统可以测量与汗液中的皮质醇结合的离子积聚以计算皮质醇水平。汗液感测系统可以使用酶反应来测量乳酸盐。可以使用乳酸氧化酶和/或乳酸脱氢酶方法来测量乳酸盐。

[0167] 基于所测量的汗液数据,汗液感测系统或处理单元可以检测汗液相关生物标志

物、并发症和/或情境信息,包括皮质醇水平、肾上腺素水平和/或乳酸盐水平。基于检测到的汗液数据和/或相关生物标志物,汗液感测系统可以指示汗液生理状态,包括交感神经系统活性、心理压力、细胞免疫、昼夜节律、血压、组织氧合和/或术后疼痛。例如,基于出汗率数据,汗液感测系统可以检测心理压力。基于检测到的心理压力,汗液感测系统可以指示交感神经活性增强。交感神经活性增强可指示术后疼痛。

[0168] 基于检测到的汗液信息,汗液感测系统可以检测汗液相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括术后感染、转移、慢性升高、心室衰竭、败血症、出血、高乳酸血症和/或脓血性休克。例如,当血清乳酸盐浓度超过特定水平(例如2mmol/L)时,感测系统可以检测到脓毒性休克。例如,基于检测到的肾上腺素激增模式,汗液感测系统可以指示心脏病发作和/或卒中的风险。例如,可以基于检测到的肾上腺素水平来确定外科工具参数调整。外科工具参数调整可包括用于手术密封工具的设置。例如,汗液感测系统可以基于检测到的皮质醇水平来预测感染风险和/或转移。汗液感测系统可以向医护专业人员通知该病症。

[0169] 在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由汗液感测系统生成的相关生物标志物来执行。汗液感测系统可以在本地处理汗液数据或者将汗液数据发射到处理单元。

[0170] 循环肿瘤细胞

[0171] 循环肿瘤细胞感测系统可检测循环肿瘤细胞。循环肿瘤细胞感测系统可以使用显像剂来检测循环肿瘤细胞。显像剂可以使用附着有靶向循环肿瘤细胞的抗体的微泡。可将显像剂注射到血流中。显像剂可附着于循环肿瘤细胞。循环肿瘤细胞感测系统可包括超声发射器和接收器。超声发射器和接收器可检测附着于循环肿瘤细胞的显像剂。循环肿瘤细胞感测系统可以接收循环肿瘤细胞数据。

[0172] 基于检测到的循环肿瘤细胞数据,循环肿瘤细胞感测系统可以计算转移风险。循环癌细胞的存在可指示转移风险。超过阈值量的每毫升血液循环癌细胞可指示转移风险。当肿瘤转移时,癌细胞可能在血液中循环。基于所计算的转移风险,循环肿瘤细胞感测系统可以生成手术风险评分。基于所生成的手术风险评分,循环肿瘤细胞感测系统可以指示手术可行性和/或建议的手术预防措施。

[0173] 在一个示例中本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由循环肿瘤细胞感测系统生成的相关生物标志物来执行。循环肿瘤细胞感测系统可以在本地处理循环肿瘤细胞数据或将循环肿瘤细胞数据发射到处理单元。

[0174] 自主神经张力

[0175] 自主神经张力感测系统可以测量自主神经张力数据,包括皮肤电导、心率变异性、活动和/或外周体温。自主神经张力感测系统可包括一个或多个电极、PPG迹线、ECG迹线、加速度计、GPS和/或温度计。自主神经张力感测系统可包括可穿戴装置,其可包括腕带和/或指套。

[0176] 基于自主神经张力数据,自主神经张力感测系统可以检测自主神经张力相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括交感神经系统活动水平和/或副交感神经系统活动水平。自主神经张力可以描述交感神经系统和副交感神经系统之间的基础平衡。基于所测量的自主神经张力数据,自主神经张力感测系统可以指示术后病症(包括炎症和/或感染)的风险。高交感神经活性可能与炎性介质增加、免疫功能抑制、术后肠梗阻、心率增加、皮肤电

导增加、出汗速率增加和/或焦虑相关联。

[0177] 在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由自主神经张力感测系统生成的相关生物标志物来执行。自主神经张力感测系统可以在本地处理自主神经张力数据或者将该数据发射到处理单元。

[0178] 昼夜节律

[0179] 昼夜节律感测系统可测量昼夜节律数据,包括光暴露、心率、核心体温、皮质醇水平、活动和/或睡眠。基于昼夜节律数据,昼夜节律感测系统可以检测昼夜节律相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括睡眠周期、觉醒周期、昼夜节律模式、昼夜节律紊乱和/或激素活性。

[0180] 例如,基于所测量的昼夜节律数据,昼夜节律感测系统可以计算昼夜节律循环的开始和结束。昼夜节律感测系统可以基于所测量的皮质醇指示昼夜节律日的开始。皮质醇水平可在昼夜节律日开始时达到峰值。昼夜节律感测系统可以基于所测量的心率和/或核心体温来指示昼夜节律日的结束。心率和/或核心体温可在昼夜节律日结束时下降。基于昼夜节律相关生物标志物,感测系统或处理单元可以检测各种病症,包括感染和/或疼痛的风险。例如,昼夜节律紊乱可能表示疼痛和不适。

[0181] 在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由昼夜节律感测系统生成的相关生物标志物来执行。昼夜节律感测系统可以在本地处理昼夜节律数据或将该数据发射到处理单元。

[0182] 月经周期

[0183] 月经周期感测系统可测量月经周期数据,包括心率、心率变异性、呼吸率、体温和/或皮肤灌注。基于月经周期数据,月经周期单元可指示月经周期相关生物标志物、并发症及/或情境信息,包含月经周期阶段。例如,月经周期感测系统可以基于所测量的心率变异性来检测月经周期中的围排卵期。心率变异性变化可指示围排卵期。例如,月经周期感测系统可以基于所测量的手腕皮肤温度和/或皮肤灌注来检测月经周期中的黄体期。手腕皮肤温度升高可指示黄体期。皮肤灌注变化可以指示黄体期。例如,月经周期感测系统可以基于所测量的呼吸率来检测排卵期。呼吸率低可以指示排卵期。

[0184] 基于月经周期相关生物标志物,月经周期感测系统可确定各种病症,包括激素变化、手术出血、瘢痕形成、出血风险和/或敏感性水平。例如,月经周期阶段可能影响鼻成形术中的手术出血。例如,月经周期阶段可能影响乳房手术中的愈合和瘢痕形成。例如,在月经周期的围排卵期期间,出血风险可能降低。

[0185] 在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由月经周期感测系统生成的相关生物标志物来执行。月经周期感测系统可以在本地处理月经周期数据或将该数据发射到处理单元。

[0186] 环境因素

[0187] 环境感测系统可测量环境数据,包括环境温度、湿度、真菌毒素孢子计数和气态化学物数据。环境感测系统可包括数字温度计、空气采样和/或化学传感器。感测系统可包括可穿戴装置。环境感测系统可以使用数字温度计来测量环境温度和/或湿度。数字温度计可包括具有确定电阻的金属条。金属条的电阻可随环境温度而变化。数字温度计可以将变化的电阻应用于校准曲线以确定温度。数字温度计可包括湿球和干球。湿球和干球可以确定

温度差,然后温度差可以用于计算湿度。

[0188] 环境感测系统可以使用空气采样来测量真菌毒素孢子计数。环境感测系统可包括具有连接到泵的粘性介质的取样板。泵可以在固化时间内以特定的流速在板上抽吸空气。固化时间可持续至多10分钟。环境感测系统可以使用显微镜来分析样品以对孢子数量进行计数。环境感测系统可以使用不同的空气采样技术,包括高效液相色谱法 (HPLC)、液相色谱-串联质谱法 (LC-MS/MS) 和/或免疫测定法以及纳米抗体。

[0189] 环境感测系统可包括化学传感器以测量气态化学物数据。气态化学物数据可包括不同的已识别的气态化学物,包括尼古丁和/或甲醛。化学传感器可包括活性层和换能器层。活性层可允许化学物扩散到基质中并改变一些物理或化学特性。改变的物理特性可包括折射率和/或H键形成。换能器层可以将物理和/或化学变化转换成可测量的信号,包括光学信号或电信号。环境感测系统可包括手持式仪器。手持式仪器可以检测和识别复杂的化学混合物,这些混合物构成香气、气味、香味、制剂、溢出物和/或泄漏物。手持式仪器可包括纳米复合传感器阵列。手持式仪器可以基于化学概况检测和识别物质。

[0190] 基于环境数据,感测系统可以确定环境信息,包括气候、真菌毒素孢子计数、真菌毒素鉴定、气态化学物鉴定、气态化学物水平和/或炎性化学物吸入。例如,环境感测系统可以基于从收集的样品测量的孢子计数来近似空气中的真菌毒素孢子计数。感测系统可鉴定真菌毒素孢子,其可包括霉菌、花粉、昆虫部分、皮肤细胞碎片、纤维和/或无机颗粒。例如,感测系统可以检测炎性化学物吸入,包括香烟烟雾。感测系统可检测二手烟或三手烟。

[0191] 基于环境信息,感测系统可以产生环境因素病症,包括炎症、肺功能降低、气道高反应性、纤维化和/或免疫功能降低。例如,环境因素感测系统可以基于所测量的环境因素信息来检测炎症和纤维化。感测系统可以基于验证和/或纤维化生成用于外科工具的指令,包括在肺段切除术中使用的钉和密封工具。炎症和纤维化可能影响外科工具的使用。例如,香烟烟雾可在各种手术中导致更高的疼痛评分。

[0192] 环境感测系统可以基于所测量的真菌毒素和/或气态化学物生成空气质量评分。例如,如果环境感测系统检测到不良空气质量评分,则该环境感测系统可以通知危险空气质量。当生成的空气质量评分下降到特定阈值以下时,环境感测系统可以发送通知。阈值可包括暴露超过105个真菌毒素孢子/立方米。环境感测系统可以显示随时间的环境条件暴露读数。

[0193] 环境感测系统可以在本地处理环境数据或者将该数据发射到处理单元。在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于由环境感测系统生成的所测量的数据来执行。

[0194] 光暴露

[0195] 光暴露感测系统可以测量光暴露数据。光暴露感测系统可包括一个或多个光电二极管光传感器。例如,使用光电二极管光传感器的光暴露感测系统可包括半导体器件,其中器件电流可以随光强度而变化。入射光子可产生流过半导体结的电子-空穴对,这可产生电流。电子-空穴对生成速率可以随入射光强度而增加。光暴露感测系统可包括一个或多个光敏电阻光传感器。例如,使用光敏电阻光传感器的光暴露感测系统可包括光敏电阻器,其中电阻随光强度而减小。光敏电阻光传感器可包括没有PN结的无源器件。光敏电阻光传感器可以比光电二极管光传感器更不敏感。光暴露感测系统可包括可穿戴装置,包括项链和/或

夹式按钮。

[0196] 基于所测量的光暴露数据,光暴露感测系统可以检测光暴露信息,包括暴露持续时间、暴露强度和/或光类型。例如,感测系统可以确定光暴露是由自然光还是人造光组成。基于检测到的光暴露信息,光暴露感测系统可以检测光暴露相关生物标志物,包括昼夜节律。光暴露可引发昼夜节律周期。

[0197] 光暴露感测系统可以在本地处理光暴露数据或者将该数据发射到处理单元。在一个示例中,本文所述的检测、预测和/或确定可以由计算系统基于所测量的数据和/或由光暴露感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0198] 本文所述的各种感测系统可测量数据,推导出相关生物标志物,并将这些生物标志物发送到计算系统,例如本文中参考图1至图12所述的外科集线器。本文所述的各种感测系统可以将所测量的数据发送到计算系统。计算系统可以基于所接收的测量数据推导出相关生物标志物。

[0199] 生物标志物感测系统可包括可穿戴装置。在一个示例中,生物标志物感测系统可包括眼镜。眼镜可包括鼻垫传感器。眼镜可以测量生物标志物,包括乳酸盐、葡萄糖等。在一个示例中,生物标志物感测系统可包括护口器。护口器可包括传感器以测量包括尿酸等的生物标志物。在一个示例中,生物标志物感测系统可包括接触镜。接触镜可包括传感器以测量包括葡萄糖等的生物标志物。在一个示例中,生物标志物感测系统可包括牙齿传感器。牙齿传感器可以是基于石墨烯的。牙齿传感器可测量包括细菌等的生物标志物。在一个示例中,生物标志物感测系统可包括贴片。该贴片可佩戴在胸部皮肤或手臂皮肤上。例如,贴片可包括化学-物理混合传感器。化学-物理混合传感器可以测量生物标志物,包括乳酸盐、ECG等。例如,贴片可包括纳米材料。纳米材料贴片可测量包括葡萄糖等的生物标志物。例如,贴片可包括离子电泳生物传感器。离子电泳生物传感器可以测量包括葡萄糖等的生物标志物。在一个示例中,生物标志物感测系统可包括微流体传感器。微流体传感器可测量包括乳酸盐、葡萄糖等的生物标志物。在一个示例中,生物标志物感测系统可包括集成传感器阵列。集成传感器阵列可包括可佩戴腕带。集成传感阵列可测量包括乳酸、葡萄糖等的生物标志物。在一个示例中,生物标志物感测系统可包括可穿戴诊断装置。可穿戴诊断装置可以测量生物标志物,包括皮质醇、白介素-6等。在一个示例中,生物标志物感测系统可包括基于自供电纺织物的生物传感器。基于自供电纺织物的生物传感器可包括短袜。基于自供电纺织物的生物传感器可以测量包括乳酸盐等的生物标志物。

[0200] 可测量的生物标志物及其与生理系统的相互关系

[0201] 本文所述的各种生物标志物可与各种生理系统相关,包括行为和心理学、心血管系统、肾脏系统、皮肤系统、神经系统、GI系统、呼吸系统、内分泌系统、免疫系统、肿瘤、肌肉骨骼系统和/或生殖系统。

[0202] 行为和心理学

[0203] 行为和心理学可包括社交互动、饮食、睡眠、活动和/或心理状态。可以基于所分析的生物标志物感测系统数据来确定和/或预测行为和心理学相关生物标志物、并发症、情境信息和/或病症。如本文所述的计算系统可从行为和心理学相关生物标志物(包括睡眠、昼夜节律、身体活动和/或精神因素)中选择一种或多种生物标志物(例如,来自生物标志物感测系统的数据)用于分析。可以基于所分析的生物标志物、并发症、情境信息和/或病症来生

成行为和心理学评分。行为和心理学评分可包括社交互动、饮食、睡眠、活动和/或心理状态的评分。

[0204] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定睡眠相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括睡眠质量、睡眠持续时间、睡眠定时、免疫功能和/或术后疼痛。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测睡眠相关病症,包括炎症。在一个示例中,可以基于所分析的术前睡眠来预测炎症。可以基于术前睡眠中断来确定和/或预测炎症升高。在一个示例中,可以基于所分析的术前睡眠来确定免疫功能。可以基于术前睡眠中断来预测免疫功能下降。在一个示例中,可以基于所分析的睡眠来确定术后疼痛。可以基于睡眠中断来确定和/或预测术后疼痛。在一个示例中,可以基于所分析的昼夜节律来确定疼痛和不适。可以基于所分析的昼夜节律周期中断来确定免疫系统受损。

[0205] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定活动相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括活动持续时间、活动强度、活动类型、活动模式、恢复时间、精神健康、身体恢复、免疫功能和/或炎症功能。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测活动相关病症。在一个示例中,可以基于所分析的活动强度来确定得到改善的生理学。中等强度锻炼可以指示住院时间更短、精神健康更好、身体恢复更好、免疫功能改善和/或炎症功能改善。身体活动类型可包括有氧活动和/或非有氧活动。可以基于所分析的身体活动来确定有氧身体活动,包括跑步、骑自行车和/或体重训练。可以基于所分析的身体活动(包括步行和/或伸展)来确定非有氧身体活动。

[0206] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定心理状态相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括压力、焦虑、疼痛、积极情绪、异常状态和/或术后疼痛。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测心理状态相关病症,包括疾病体症。可以基于所分析的高水平的术前压力、焦虑和/或疼痛来确定和/或预测较高的术后疼痛。可以基于所确定的高乐观来预测疾病体症。

[0207] 本文所述的检测、预测、确定和/或生成可由本文所述的计算系统(例如外科集线器、计算装置和/或智能装置)基于所测量的数据和/或由生物标志物感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0208] 心血管系统

[0209] 心血管系统可包括淋巴系统、血管、血液和/或心脏。可以基于所分析的生物标志物感测系统数据来确定和/或预测心血管系统相关生物标志物、并发症、情境信息和/或病症。全身循环状况可包括淋巴系统、血管和/或血液的状况。一种计算系统可从心血管系统相关生物标志物中选择一种或多种生物标志物(例如,来自生物标志物感测系统的数据)用于分析,这些生物标志物包括血压、最大V02、水合状态、氧饱和度、血液pH、汗液、核心体温、末梢温度、水肿、心率和/或心率变异性。

[0210] 淋巴系统

[0211] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定淋巴系统相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括肿胀、淋巴组成和/或胶原沉积。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测淋巴系统相关病症,包括纤维化、炎症和/或术后感染。可以基于所确定的肿胀来预测炎症。可以基于所确定的肿胀来预测术后感染。可以基于所预测的纤维化来确定胶原沉积。可以基于纤维化来预测胶原沉积增加。可以基于所确定的胶原沉积增

加来生成谐波工具参数调整。可以基于所分析的淋巴组成来预测炎性病症。可以基于淋巴肽组学组成变化来确定和/或预测不同的炎性病症。可以基于所预测的炎性病症来预测转移性细胞扩散。可以基于所预测的炎性病症来生成谐波工具参数调整和余量决策。

[0212] 血管

[0213] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定血管相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括通透性、血管运动、血压、结构、愈合能力、谐波密封表现和/或心胸健康适合度。可以基于所确定的血管相关生物标志物生成外科工具使用建议和/或参数调整。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测血管相关病症,包括感染、吻合口漏、脓毒性休克和/或低血容量性休克。在一个示例中,可以基于所分析的水肿、缓激肽、组胺和/或内皮粘附分子来确定血管通透性增加。可以使用细胞样品来测量内皮粘附分子以测量跨膜蛋白质。在一个示例中,可以基于所选择的生物标志物感测系统数据来确定血管运动。血管运动可包括血管扩张剂和/或血管收缩剂。在一个示例中,可以基于所确定的血压相关生物标志物(包括血管信息和/或血管分布)来预测休克。个体血管结构可包括动脉硬化、胶原含量和/或血管直径。可以基于最大V02来确定心胸健康适合度。可以基于差的最大V02来确定和/或预测更高的并发症风险。

[0214] 血液

[0215] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定血液相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括体积、氧、pH、废物、温度、激素、蛋白质和/或营养素。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可确定血液相关并发症和/或情境信息,包括心胸健康适合度、肺功能、恢复能力、乏氧阈值、摄氧量、二氧化碳(CO₂)产生、适合度、组织氧合、胶体渗透压和/或凝血能力。基于推导出的血液相关生物标志物,可以预测血液相关病症,包括术后急性肾损伤、低血容量性休克、酸中毒、败血症、肺塌陷、出血、出血风险、感染和/或吻合口漏。

[0216] 例如,可以基于水合状态来预测术后急性肾损伤和/或低血容量性休克。例如,可以基于血液相关生物标志物(包括红细胞计数和/或氧饱和度)来预测肺功能、肺恢复能力、心胸健康适合度、乏氧阈值、氧摄取和/或CO₂产物。例如,可以基于血液相关生物标志物(包括红细胞计数和/或氧饱和度)来预测心血管并发症。例如,可以基于pH值来预测酸中毒。基于酸中毒,可指示血液相关病症,包括败血症、肺塌陷、出血和/或出血风险增加。例如,基于汗液,可以推导出血液相关生物标志物,包括组织氧合。可以基于高乳酸盐浓度来预测组织氧合不足。基于组织氧合不足,可以预测血液相关病症,包括低血容量性休克、脓毒性休克和/或左心室衰竭。例如,基于温度,可以推导出血液温度相关生物标志物,包括月经周期和/或基础温度。基于血液温度相关生物标志物,可以预测血液温度相关病症,包括败血症和/或感染。例如,基于蛋白质(包括白蛋白含量),可以确定胶体渗透压。基于胶体渗透压,可以预测血蛋白相关病症,包括水肿风险和/或吻合口漏。基于低胶体渗透压,可以预测水肿风险增加和/或吻合口漏。可以基于凝血能力来预测出血风险。可以基于纤维蛋白原含量来确定凝血能力。可以基于纤维蛋白原含量低来确定凝血能力下降。

[0217] 心

[0218] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,计算系统可以推导出心脏相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括心脏活动、心脏解剖结构、恢复速率、心胸健康适合

度和/或并发症风险。心脏活动生物标志物可包括电活动和/或每搏输出量。可以基于心率生物标志物来确定恢复速率。可以基于心率不齐来确定和/或预测身体血液供应减少。可以基于身体的血液供应减少来确定和/或预测恢复较慢。可以基于所分析的最大V02值来确定心胸健康适合度。低于特定阈值的最大V02值可以指示心胸健康适合度不良。低于特定阈值的最大V02值可指示心脏相关并发症风险较高。

[0219] 本文所述的检测、预测、确定和/或生成可由本文所述的计算系统(例如外科集线器、计算装置和/或智能装置)基于所测量的数据和/或由生物标志物感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0220] 肾脏系统

[0221] 可以基于所分析的生物标志物感测系统数据来确定和/或预测肾脏系统相关生物标志物、并发症、情境信息和/或病症。如本文所述的计算系统可从肾脏系统相关生物标志物中选择一种或多种生物标志物(例如,来自生物标志物感测系统的数据)用于分析。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定肾脏系统相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括输尿管、尿道、膀胱、肾、一般尿道和/或输尿管脆性。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测肾脏系统相关病症,包括急性肾损伤、感染和/或肾结石。在一个示例中,可以基于尿炎性参数来确定输尿管脆性。在一个示例中,可以基于所分析的尿中的肾损伤分子-1(KIM-1)来预测急性肾损伤。

[0222] 本文所述的检测、预测、确定和/或生成可由本文所述的计算系统(例如外科集线器、计算装置和/或智能装置)基于所测量的数据和/或由生物标志物感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0223] 皮肤系统

[0224] 皮肤系统可包括与微生物组、皮肤、指甲、毛发、汗液和/或皮脂相关的生物标志物。皮肤相关生物标志物可包括表皮生物标志物和/或真皮生物标志物。汗液相关生物标志物可包括活性生物标志物和/或组成生物标志物。可以基于所分析的生物标志物感测系统数据来确定和/或预测皮肤系统相关生物标志物、并发症、情境信息和/或病症。如本文所述的计算系统可从皮肤相关生物标志物(包括皮肤电导、皮肤灌注压、汗液、自主神经张力和/或pH)中选择一种或多种生物标志物(例如,来自生物标志物感测系统的数据)用于分析。

[0225] 皮肤

[0226] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定皮肤相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括颜色、损伤、经表皮水分损失、交感神经系统活性、弹性、组织灌注和/或力学特性。可以基于所确定的皮肤电导来预测压力。皮肤电导可以作为交感神经系统活性的代表。交感神经系统活性可能与压力相关。可以基于皮肤灌注压来确定组织力学特性。皮肤灌注压可以指示深层组织灌注。深层组织灌注可以确定组织力学特性。可以基于所确定的组织力学特性来生成外科工具参数调整。

[0227] 基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测皮肤相关病症。

[0228] 汗液

[0229] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定汗液相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括活性、组成、自主神经张力、压力反应、炎症反应、血液pH、血管健康、免疫功能、昼夜节律和/或血乳酸盐浓度。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以

预测汗液相关病症,包括肠梗阻、囊性纤维化、糖尿病、转移、心脏问题和/或感染。

[0230] 例如,可以基于所选择的生物标志物数据来确定汗液组成相关生物标志物。汗液组成生物标志物可包括蛋白质、电解质和/或小分子。基于汗液组成生物标志物,可以预测皮肤系统并发症、状况和/或情境信息,包括肠梗阻、囊性纤维化、酸中毒、败血症、肺塌陷、出血、出血风险、糖尿病、转移和/或感染。例如,基于蛋白质生物标志物(包括汗液神经肽Y和/或汗液抗微生物剂),可以预测压力反应。汗液神经肽Y水平较高可指示压力反应较高。可以基于电解质生物标志物(包括氯离子、pH和其他电解质)来预测囊性纤维化和/或酸中毒。可以基于血液pH来确定乳酸盐浓度高。可以基于高乳酸盐浓度来预测酸中毒。可以基于所预测的酸中毒来预测败血症、肺塌陷、出血和/或出血风险。可以基于小分子生物标志物来预测糖尿病、转移和/或感染。小分子生物标志物可包括血糖和/或激素。激素生物标志物可包括肾上腺素和/或皮质醇。基于所预测的转移,可以确定血管健康状况。可以基于检测到的皮质醇来预测由于免疫功能低下引起的感染。可以基于皮质醇高来确定和/或预测免疫功能低下。例如,可以基于所确定的自主神经张力来预测汗液相关状况,包括压力反应、炎症反应和/或肠梗阻。可以基于交感神经张力高来确定和/或预测更大的压力反应、更大的炎症反应和/或肠梗阻。

[0231] 本文所述的检测、预测、确定和/或生成可由本文所述的计算系统(例如外科集线器、计算装置和/或智能装置)基于所测量的数据和/或由生物标志物感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0232] 神经系统

[0233] 可以基于所分析的生物标志物感测系统数据来确定和/或预测神经系统相关生物标志物、并发症、情境信息和/或病症。如本文所述的计算系统可从神经系统相关生物标志物(包括昼夜节律、氧饱和度、自主神经张力、睡眠、活动和/或精神因素)中选择一种或多种生物标志物(例如,来自生物标志物感测系统的数据)用于分析。神经系统可包括中枢神经系统(CNS)和/或外周神经系统。CNS可包括脑和/或脊髓。外周神经系统可包括自主神经系统、运动系统、肠系统和/或感觉系统。

[0234] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可确定CNS相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括术后疼痛、免疫功能、精神健康和/或恢复速率。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测CNS相关病症,包括炎症、谵妄、败血症、活动过度、活动减退和/或疾病体征。在一个示例中,可以基于睡眠中断来预测免疫系统受损和/或疼痛评分高。在一个示例中,可以基于氧饱和度来预测术后谵妄。脑氧合可指示术后谵妄。

[0235] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定外周神经系统相关生物标志物、并发症和/或情境信息。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测外周神经系统相关病症,包括炎症和/或肠梗阻。在一个示例中,可以基于自主神经张力来预测交感神经张力高。可以基于交感神经张力高来预测更大的压力反应。可以基于交感神经张力高来预测炎症和/或肠梗阻。

[0236] 本文所述的检测、预测、确定和/或生成可由本文所述的计算系统(例如外科集线器、计算装置和/或智能装置)基于所测量的数据和/或由生物标志物感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0237] 胃肠系统

[0238] GI系统可包括上GI道、下GI道、附属器官、腹膜空间、营养状态和微生物组。上GI可包括口、食管和/或胃。下GI可包括小肠、结肠和/或直肠。附属器官可包括胰、肝、脾和/或胆囊。腹膜空间可包括肠系膜和/或脂肪血管。营养状态可包括短期、长期和/或全身营养状态。可以基于所分析的生物标志物感测系统数据来确定和/或预测GI相关生物标志物、并发症、情境信息和/或病症。如本文所述的计算系统可从GI相关生物标志物(包括咳嗽和打喷嚏、呼吸菌、GI道成像/感测、GI动力、pH、组织灌注压、环境和/或酒精消耗)中选择一种或多种生物标志物(例如,来自生物标志物感测系统的数据)用于分析。

[0239] 上限GI

[0240] 上GI可包括口、食管和/或胃。例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定口和食管相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括胃组织特性、食管动力、结肠组织变化、细菌存在、肿瘤大小、肿瘤位置和/或肿瘤张力。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测口和食管相关病症,包括炎症、手术部位感染(SSI)和/或胃食管疾病。口和食管可包括粘膜、肌层、管腔和/或力学特性。管腔生物标志物可包括管腔内容物、管腔微生物菌群和/或管腔大小。在一个示例中,可以基于所分析的咳嗽生物标志物来预测炎症。可以基于炎症来预测胃食管反流病。可以基于胃食管疾病来预测胃组织特性。在一个示例中,可以基于胶原含量和/或肌层功能来确定食管动力。在一个示例中,可以基于唾液细胞因子来指示结肠组织的变化。可以基于结肠组织的变化来预测炎性肠病(IBD)。唾液细胞因子可在IBD中增加。可以基于所分析的细菌来预测SSI。基于所分析的细菌,可以识别细菌。口中的呼吸道病原体可指示SSI的可能性。基于管腔尺寸和/或位置,可以生成外科工具参数调整。外科工具参数调整可包括钉尺寸、外科工具固定和/或外科工具方法。在一个示例中,基于力学特性(包括弹性),可以生成使用辅助材料的外科工具参数调整以最小化组织张力。可以基于所分析的力学特性生成额外的动员参数调整以最小化组织张力。

[0241] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定胃相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括组织强度、组织厚度、恢复速率、管腔位置、管腔形状、胰腺功能、胃食物存在、胃水含量、胃组织厚度、胃组织剪切强度和/或胃组织弹性。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测胃相关病症,包括溃疡、炎症和/或胃食管反流病。胃可包括粘膜、肌层、浆膜、腔和力学特性。可以基于所分析的咳嗽和/或GI道成像来预测胃相关病症,包括溃疡、炎症和/或胃食管疾病。可以基于胃食管反流病来确定胃组织特性。可以基于所分析的幽门螺杆菌来预测溃疡。可以基于GI道图像来确定胃组织力学特性。可以基于所确定的胃组织力学特性来生成外科工具参数调整。可以基于所确定的胃组织力学特性来预测术后渗漏风险。在一个示例中,可以基于所分析的胶原含量来确定组织强度和/或厚度的关键成分。组织强度和厚度的关键成分可影响恢复。在一个示例中,可以基于浆膜生物标志物来确定血液供应和/或血液位置。在一个示例中,可以基于所分析的腔生物标志物来确定生物标志物,包括袋尺寸、袋体积、袋位置、胰腺功能、和/或食物存在。腔生物标志物可包括管腔位置、管腔形状、胃排空速度和/或管腔内容物。可以基于袋的开始位置和结束位置来确定袋尺寸。可以基于GI动力来确定胃排空速度。可以基于胃排空速度来确定胰腺功能。可以基于所分析的胃pH来确定管腔内容物。管腔内容物可包括胃内食物的存在。例如,可以基于胃pH变化来确定固体食物的存在。可以基于空腹来预测胃pH低。可以基于进食来确定胃pH呈碱性。通过食物缓冲可导致胃pH呈碱性。胃pH可以基于胃酸分泌而增加。当超过食物的缓

冲能力时,胃pH可以恢复到低值。管腔内pH传感器可以检测进食。例如,可以基于组织灌注压来确定胃水含量、组织厚度、组织剪切强度和/或组织弹性。可以基于胃水含量来确定胃的力学特性。可以基于胃的力学特性来生成外科工具参数调整。可以基于组织强度和/或脆性的关键成分来生成外科工具参数调整。可以基于组织强度和/或脆性的关键成分来预测术后渗漏。

[0242] 下限GI

[0243] 下GI可包括小肠、结肠和/或直肠。例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定小肠相关生物标志物、并发症、情境信息和/或病症,包括热量吸收速率、营养素吸收速率、细菌存在和/或恢复速率。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测小肠相关病症,包括肠梗阻和/或炎症。小肠生物标志物可包括肌层、浆膜、管腔、粘膜和/或力学特性。例如,可以基于GI动力来确定术后小肠动力变化。可以基于术后小肠动力变化来预测肠梗阻。GI动力可决定热量和/或营养素吸收速率。可以基于吸收速率加速来预测未来的体重减轻。可以基于粪便率、组成和/或pH来确定吸收速率。可以基于管腔内容物生物标志物来预测炎症。管腔内容物生物标志物可包括pH、细菌存在和/或细菌量。可以基于预测的炎症来确定力学特性。可以基于粪便炎性标志物来预测粘膜炎症。粪便炎性标志物可包括钙卫蛋白。可以基于粘膜炎症来确定组织特性变化。可以基于粘膜炎症来确定恢复速率变化。

[0244] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定结肠和直肠相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括小肠组织强度、小肠组织厚度、收缩能力、水含量、结肠和直肠组织灌注压、结肠和直肠组织厚度、结肠和直肠组织强度和/或结肠和直肠组织脆性。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测结肠和直肠相关病症,包括炎症、吻合口漏、溃疡性结肠炎、克罗恩病和/或感染。结肠和直肠可包括粘膜、肌层、浆膜、管腔、机能和/或力学特性。在一个示例中,可以基于粪便炎性标志物来预测粘膜炎症。粪便炎性标志物可包括钙卫蛋白。可以基于炎症来确定吻合口漏风险增加。

[0245] 可以基于所确定的吻合口漏风险增加来生成外科工具参数调整。可以基于GI道成像来预测炎性病症。炎性病症可包括溃疡性结肠炎和/或克罗恩病。炎症可增加吻合口漏风险。可以基于炎症来生成外科工具参数调整。在一个示例中,可以基于胶原含量来确定组织强度和/或厚度的关键成分。在一个示例中,可以基于平滑肌 α -肌动蛋白表达来确定结肠收缩能力。在一个示例中,可以基于异常表达来确定结肠区域不能收缩。可以基于假梗阻和/或肠梗阻来确定和/或预测结肠收缩无力。在一个示例中,可以基于浆膜生物标志物来预测粘连、瘘管和/或疤痕组织。可以基于粪便中的细菌存在来预测结肠感染。可鉴定粪便细菌。细菌可包括共生体和/或病原体。在一个示例中,可以基于pH来预测炎性病症。可以基于炎性病症来确定力学特性。可以基于摄入的过敏原来预测肠道炎症。持续暴露于摄入的过敏原可加重肠道炎症。肠道炎症可改变力学特性。在一个示例中,可以基于组织灌注压来确定力学特性。可以基于组织灌注压来确定水含量。可以基于所确定的力学特性来生成外科工具参数调整。

[0246] 附属器官

[0247] 附属器官可包括胰腺、肝、脾和/或胆囊。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定附属器官相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括胃排空速度、肝脏尺寸、肝脏形状、肝脏位置、组织健康和/或失血反应。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以

预测附属器官相关病症,包括胃轻瘫。例如,可以基于酶负荷和/或可滴定的基础生物标志物来确定胃排空速度。可以基于胃排空速度来预测胃轻瘫。可以基于淋巴细胞储存状态来确定淋巴组织健康。可以基于淋巴组织健康来确定患者对SSI的反应能力。可以基于红细胞储存状态来确定静脉窦组织健康。可以基于静脉窦组织健康来预测患者对手术中失血的反应。

[0248] 营养状态

[0249] 营养状态可包括短期营养、长期营养和/或全身营养。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定营养状态相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括免疫功能。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测营养状态相关状况,包括心脏问题。可以基于营养素生物标志物来确定免疫功能下降。可以基于营养素生物标志物来预测心脏问题。营养素生物标志物可包括大量营养素、微量营养素、酒精消耗和/或喂养模式。

[0250] 微生物组

[0251] 已进行胃旁路术的患者的肠道微生物组可能发生变化,可以在粪便中进行测量。

[0252] 本文所述的检测、预测、确定和/或生成可由本文所述的计算系统(例如外科集线器、计算装置和/或智能装置)基于所测量的数据和/或由生物标志物感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0253] 呼吸系统

[0254] 呼吸系统可包括上呼吸道、下呼吸道、呼吸肌和/或系统内容物。上呼吸道可包括咽、喉、嘴和口腔和/或鼻。下呼吸道可包括气管、支气管、肺泡和/或肺。呼吸肌可包括膈膜和/或肋间肌。可以基于所分析的生物标志物感测系统数据来确定和/或预测呼吸系统相关生物标志物、并发症、情境信息和/或病症。如本文所述的计算系统可从呼吸系统相关生物标志物(包括细菌、咳嗽和打喷嚏、呼吸率、最大V02和/或活动)中选择一种或多种生物标志物(例如,来自生物标志物感测系统的数据)用于分析。

[0255] 上呼吸道可包括咽、喉、嘴和口腔和/或鼻。例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定上呼吸道相关生物标志物、并发症和/或情境信息。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测上呼吸道相关病症,包括SSI、炎症和/或变应性鼻炎。在一个示例中,可以基于细菌和/或组织生物标志物来预测SSI。细菌生物标志物可包括共生体和/或病原体。可以基于组织生物标志物来指示炎症。可以基于鼻生物标志物(包括咳嗽和打喷嚏)来预测粘膜炎症。可以基于粘膜生物标志物来预测一般炎症和/或变应性鼻炎。可以基于全身性炎症来确定各种组织的力学特性。

[0256] 下呼吸道可包括气管、支气管、肺泡和/或肺。例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定下呼吸道相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括支气管肺段。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测下呼吸道相关病症。可以基于所确定的生物标志物、并发症和/或情境信息来生成外科工具参数调整。可以基于预测的病症来生成外科工具参数调整。

[0257] 基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定肺相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括手术耐受性差。肺相关生物标志物可包括肺呼吸力学、肺病、肺手术、肺力学特性和/或肺功能。肺呼吸力学可包括肺总量(TLC)、潮气量(TV)、余气量(RV)、呼气储备量(ERV)、吸气储备量(IRV)、吸气量(IC)、吸气肺活量(IVC)、肺活量(VC)、功能性残气量

(FRC)、表示为肺总量的百分比(RV/TLC%)的余气量、肺泡气体容量(VA)、肺容积(VL)、用力肺活量(FVC)、随时间推移的最大呼气量(FEVt)、吸入和呼出一氧化碳之间的差(DLco)、一秒用力呼气量(FEV1)、与功能性残气量曲线部分相关的用力呼气流量(FEFx)、功能性残气量期间的最大瞬时流量(FEFmax)、用力吸气流量(FIF)、由最高气流量计测量的最高用力呼气流量(PEF)和最大自主换气量(MVV)。

[0258] 可以基于最大吸气时的肺容量来确定TLC。可以基于在安静呼吸期间进入或离开肺部的空气量来确定TV。可以基于最大呼气后留在肺中的空气量来确定RV。可以基于从吸气末水平吸入的最大容量来确定ERV。可以基于IRV和TV的总值来确定IC。可以基于在最大呼气点吸入的最大空气量来确定IVC。可以基于RV值和TLC值之间的差来确定VC。可以基于呼气末位置处的肺容量来确定FRC。可以基于最大用力呼气努力期间的VC值来确定FVC。可以基于吸入和呼出的一氧化碳之间的差异来确定手术耐受性差,例如当该差异下降到低于60%时。可以基于在第一秒用力呼气结束时呼出的容量来确定手术耐受性差,例如当该容量下降到低于35%时。可以基于在重复最大努力期间的指定时段中呼出的空气量来确定MVV。

[0259] 基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测肺相关病症,包括肺气肿、慢性阻塞性肺病、慢性支气管炎、哮喘、癌症和/或结核病症。可以基于所分析的肺活量测定、x射线、血气和/或肺泡毛细血管膜的扩散能力来预测肺部疾病。肺部疾病可使气道变窄和/或产生气道阻力。可以基于肺相关生物标志物来检测肺癌和/或肺结核,包括持续性咳嗽、咳血、呼吸短促、胸痛、嘶哑、无意的体重减轻、骨痛和/或头痛。可以基于肺部症状来预测结核病,包括咳嗽3至5周、咳血、胸痛、呼吸或咳嗽时疼痛、无意的体重减轻、疲劳、发烧、盗汗、寒战和/或食欲不振。

[0260] 可以基于肺相关生物标志物、并发症、情境信息和/或病症来生成外科工具参数调整和外科手术调整。外科手术调整可包括肺切除术、肺叶切除术和/或叶下切除。在一个示例中,可以基于适当切除与对患者恢复功能状态的能力的生理影响之间的成本效益分析来生成外科手术调整。可以基于所确定的手术耐受性来生成外科工具参数调整。可以基于FEC1值来确定手术耐受性。当FEV1超过特定阈值(其可包括高于35%的值)时,可认为手术耐受足够。可以基于所确定的疼痛评分来生成术后外科手术调整,包括氧合和/或物理疗法。可以基于漏气来生成术后外科手术调整。漏气可能增加与肺部手术后的术后恢复和发病率相关的费用。

[0261] 肺力学特性相关生物标志物可包括灌注、组织完整性和/或胶原含量。可以基于肺水含量水平来确定胸腔灌注压。可以基于胸腔灌注压来确定组织的力学特性。可以基于胸腔灌注压来生成外科工具参数调整。可以基于弹性、呼出气中的过氧化氢(H2O2)、肺组织厚度和/或肺组织剪切强度来确定肺组织完整性。可以基于弹性来确定组织脆性。可以基于术后渗漏来生成外科工具参数调整。可以基于弹性来预测术后渗漏。在一个示例中,可以基于呼出气中的H2O2来预测纤维化。可以基于H2O2浓度增加来确定和/或预测纤维化。可以基于所预测的纤维化来生成外科工具参数调整。可以基于所预测的纤维化来确定肺组织中的瘢痕形成增加。可以基于所确定的肺组织强度来生成外科工具参数调整。可以基于肺厚度和/或肺组织剪切强度来确定肺组织强度。可以基于肺组织强度来预测术后渗漏。

[0262] 呼吸肌可包括膈膜和/或肋间肌。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确

定呼吸肌相关生物标志物、并发症和/或情境信息。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测呼吸肌相关病症,包括呼吸道感染、肺塌陷、肺水肿、术后疼痛、漏气和/或严重的肺部炎症。可以基于膈膜相关生物标志物(包括咳嗽和/或打喷嚏)来预测呼吸肌相关病症(包括呼吸道感染、肺塌陷和/或肺水肿)。可以基于肋间肌生物标志物(包括呼吸率)来预测呼吸肌相关病症,包括术后疼痛、漏气、肺塌陷和/或严重的肺部炎症。

[0263] 基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定呼吸系统内容物相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括术后疼痛、愈合能力和/或对外科损伤的反应。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测呼吸系统内容物相关病症,包括炎症和/或纤维化。所选择的生物标志物感测系统数据可包括环境数据,包括真菌毒素和/或气态化学物。可以基于气态化学物来预测呼吸系统内容物相关病症。可以基于环境中的刺激物来预测炎症和/或纤维化。可以基于炎症和/或纤维化来确定组织的力学特性。可以基于环境中的刺激物来确定术后疼痛。可以基于所分析的真菌毒素和/或砷来预测气道炎症。可以基于气道炎症来生成外科工具参数调整。可以基于所分析的砷来确定组织特性改变。

[0264] 本文所述的检测、预测、确定和/或生成可由本文所述的计算系统(例如外科集线器、计算系统和/或智能装置)基于所测量的数据和/或由生物标志物感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0265] 内分泌系统

[0266] 内分泌系统可包括下丘脑、脑垂体、胸腺、肾上腺、胰腺、睾丸、肠、卵巢、甲状腺、甲状旁腺和/或胃。可以基于所分析的生物标志物感测系统数据来确定内分泌系统相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括免疫系统功能、转移、感染风险、胰岛素分泌、胶原产生、月经期和/或高血压。可以基于所分析的生物标志物感测系统数据来预测内分泌系统相关病症。如本文所述的计算系统可从内分泌系统相关生物标志物(包括激素、血压、肾上腺素、皮质醇、血糖和/或月经周期)中选择一种或多种生物标志物(例如,来自生物标志物感测系统的数据)用于分析。可以基于内分泌系统相关生物标志物、并发症、情境信息和/或病症来生成外科工具参数调整和/或外科手术调整。

[0267] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可确定下丘脑相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括血压调节、肾功能、渗透平衡、脑垂体控制和/或疼痛耐受性。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测下丘脑相关病症,包括水肿。激素生物标志物可包括抗利尿激素(ADH)和/或催产素。ADH可影响血压调节、肾功能、渗透平衡和/或脑垂体控制。可以基于所分析的催产素确定疼痛耐受性。催产素可具有止痛效果。可以基于所预测的水肿来生成外科工具参数调整。

[0268] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定脑垂体相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括昼夜节律夹带、月经期和/或愈合速度。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测脑垂体相关病症。可以基于促肾上腺皮质激素(ACTH)来确定昼夜节律夹带。昼夜节律夹带可以为各种外科结果提供情境。可以基于生殖功能激素生物标志物来确定月经期。生殖功能激素生物标志物可包括促黄体激素和/或促卵泡激素。月经期可以为各种外科结果提供情境。月经周期可以为生物标志物、并发症和/或病症(包括与生殖系统相关的那些)提供情境。可以基于甲状腺调节激素(包括促甲状腺素释放激素(TRH))来确定伤口愈合速度。

[0269] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定胸腺相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括免疫系统功能。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测胸腺相关病症。可以基于胸腺素来确定免疫系统功能。胸腺素可影响适应性免疫的发展。

[0270] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定肾上腺相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括转移、血管健康、免疫水平和/或感染风险。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测肾上腺相关病症,包括水肿。可以基于所分析的肾上腺素和/或去甲肾上腺素来确定转移。可以基于所分析的肾上腺素和/或去甲肾上腺素来确定血管健康。可以基于所确定的血管健康状况来生成血管健康评分。可以基于所分析的皮质醇来确定免疫能力。可以基于所分析的皮质醇来确定感染风险。可以基于所分析的皮质醇来预测转移。可以基于所测量的皮质醇来确定昼夜节律。皮质醇高可降低免疫性、增加感染风险和/或导致转移。皮质醇高可影响昼夜节律。可以基于所分析的醛固酮来预测水肿。醛固酮可促进体液潴留。体液潴留可涉及血压和/或水肿。

[0271] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定胰腺相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括血糖、激素、多肽和/或血糖控制。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测胰腺相关病症。胰腺相关生物标志物可以为各种外科结果提供情境信息。血糖生物标志物可包括胰岛素。激素生物标志物可包括促生长素抑制素。多肽生物标志物可包括胰多肽。可以基于胰岛素、促生长素抑制素和/或胰多肽来确定血糖控制。血糖控制可以为各种外科结果提供情境信息。

[0272] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定睾丸相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括生殖发育、性唤起和/或免疫系统调节。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测睾丸相关病症。睾丸相关生物标志物可包括睾酮。睾酮可以为生物标志物、并发症和/或病症(包括与生殖系统相关的那些)提供情境信息。高水平的睾酮可抑制免疫力。

[0273] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定胃/睾丸相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括葡萄糖处理、饱腹感、胰岛素分泌、消化速度和/或袖状胃切除术结果。葡萄糖处理和饱腹感生物标志物可包括胰高血糖素样肽-1 (GLP-1)、胆囊收缩素 (CCK) 和/或肽YY。可以基于所分析的GLP-1来确定食欲和/或胰岛素分泌。可以基于食欲和胰岛素分泌增加来确定GLP-1增加。可以基于所分析的GLP-1确定袖状胃切除术结果。可以基于所分析的CCK来确定饱腹感和/或袖状胃切除术结果。可以基于先前的袖状胃切除术来预测CCK水平增强。可以基于所分析的肽YY来确定食欲和消化速度。肽YY增加可以降低食欲和/或增加消化速度。

[0274] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定激素相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括雌激素、孕酮、胶原产物、体液潴留和/或月经期。可以基于雌激素来确定胶原产生。可以基于雌激素来确定体液潴留。可以基于所确定的胶原产生和/或体液潴留来生成外科工具参数调整。

[0275] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定甲状腺和甲状旁腺相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括钙处理、磷酸处理、代谢、血压和/或手术并发症。代谢生物标志物可包括三碘甲状腺氨酸 (T3) 和/或甲状腺素 (T4)。可以基于所分析的T3和T4来确定血压。可以基于T3增加和/或T4增加来确定高血压。可以基于所分析的T3和/或T4

来确定手术并发症。

[0276] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定胃相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括食欲。胃相关生物标志物可包括生长素释放肽。生长素释放肽可诱导食欲。

[0277] 本文所述的检测、预测、确定和/或生成可由本文所述的计算系统(例如外科集线器、计算系统和/或智能装置)基于所测量的数据和/或由生物标志物感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0278] 免疫系统

[0279] 免疫系统相关生物标志物可以涉及抗原和刺激物、抗微生物酶、补体系统、趋化因子和细胞因子、淋巴系统、骨髓、病原体、损伤相关分子模式(DAMP)和/或细胞。可以基于所分析的生物标志物感测系统数据来确定免疫系统相关生物标志物、并发症和/或情境信息。如本文所述的计算系统可从免疫系统相关生物标志物(包括酒精消耗、pH、呼吸率、水肿、汗液和/或环境)中选择一种或多种生物标志物(例如,来自生物标志物感测系统的数据)用于分析。

[0280] 抗原/刺激物

[0281] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定抗原和刺激物相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括愈合能力、免疫功能和/或心脏问题。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测抗原和刺激物相关病症,包括炎症。抗原和刺激物相关生物标志物可包括吸入的化学物、吸入的刺激物、摄入的化学物和/或摄入的刺激物。可以基于所分析的环境数据来确定吸入的化学物或刺激物,包括气态化学物、真菌毒素和/或砷。气态化学物可包括香烟烟雾、石棉、结晶二氧化硅、合金颗粒和/或碳纳米管。可以基于所分析的气态化学物来预测肺部炎症。可以基于所确定的肺部炎症来生成外科工具参数调整。可以基于所分析的真菌毒素和/或砷来预测气道炎症。可以基于所确定的气道炎症来生成外科工具参数调整。可以基于尿液、唾液和/或环境空气样品分析来确定砷暴露。

[0282] 抗微生物酶和其他与炎症相关的分子

[0283] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定抗微生物酶相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括结肠状态。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测抗微生物酶相关病症,包括GI炎症、急性肾损伤、粪肠球菌感染和/或金黄色葡萄球菌感染。抗微生物酶生物标志物可包括溶菌酶、脂质运载蛋白-2(NGAL)和/或类黏蛋白。可以基于所分析的溶菌酶来预测GI炎症。可以基于GI炎症来确定和/或预测溶菌酶水平增加。可以基于所分析的溶菌酶来确定结肠状态。可以基于所分析的溶菌酶水平来生成外科工具参数调整。可以基于所分析的NGAL来预测急性肾损伤。可从血清和/或尿液中检测NGAL。

[0284] 补体和相关分子

[0285] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定补体系统相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括细菌感染易感性。可以基于所分析的补体系统缺陷来确定细菌感染易感性。

[0286] 趋化因子/细胞因子

[0287] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定趋化因子和细胞因子相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括感染负荷、炎症负荷、血管通透性调节、网膜素、

结肠组织特性和/或术后恢复。基于所选生物标志物感测系统数据,可以预测趋化因子和细胞因子相关病症,包括炎性肠病、术后感染、肺纤维化、肺部瘢痕形成、肺纤维化、胃食管反流病、心血管病、水肿和/或增生。感染和/或炎症负荷生物标志物可包括口腔、唾液、呼出和/或C-反应性蛋白(CRP)数据。唾液细胞因子可包括白介素-1 β (IL-1 β)、白介素-6(IL-6)、肿瘤坏死因子 α (TNF- α)和/或白介素-8(IL-8)。

[0288] 在一个示例中,可以基于所分析的唾液细胞因子来预测炎性肠病。可以基于炎性肠病来确定唾液细胞因子增加。可以基于所预测的炎性肠病来确定结肠组织特性。结肠组织特性可包括瘢痕形成、水肿和/或溃疡产生。可以基于所预测的炎性肠病来确定术后恢复和/或感染。可以基于所分析的呼出生物标志物来确定肿瘤大小和/或肺部瘢痕形成。可以基于所分析的呼出生物标志物来预测肺部纤维化、肺纤维化和/或胃食管反流病。呼出的生物标志物可包括呼出的细胞因子、pH、过氧化氢(H₂O₂)和/或一氧化氮。呼出的细胞因子可包括IL-6、TNF- α 和/或白介素-17(IL-17)。可以基于从呼出气测得的pH和/或H₂O₂来预测肺部纤维化。可以基于H₂O₂浓度增加来预测纤维化。可以基于纤维化来预测肺组织瘢痕形成增加。可以基于所预测的肺部纤维化来生成外科器械参数调整。在一个示例中,可以基于所分析的呼出一氧化氮来预测肺纤维化和/或胃食管反流病。可以基于所确定的硝酸盐增加和/或亚硝酸盐来预测肺纤维化。可以基于所确定的还原硝酸盐和/或亚硝酸盐来预测胃食管疾病。可以基于所预测的肺纤维化和/或胃食管反流病来预测外科工具参数调整。可以基于所分析的CRP生物标志物来预测心血管疾病、炎性肠病和/或感染。严重心血管疾病风险可能随着高CRP浓度而增加。可以基于CRP浓度升高来预测炎性肠病。可以基于CRP浓度升高来预测感染。在一个示例中,可以基于所分析的血管渗透性调节生物标志物来预测水肿。可以基于所分析的缓激肽和/或组胺来确定炎症期间血管渗透性增加。可以基于炎症期间血管通透性增加来预测水肿。可以基于内皮粘附分子来确定血管通透性。可以基于细胞样品来确定内皮粘附分子。内皮粘附分子可影响血管渗透性、免疫细胞募集和/或水肿中的液体积聚。可以基于所分析的血管通透性调节生物标志物来生成外科工具参数调整。在一个示例中,可以基于所分析的网膜素来预测增生。增生可改变组织特性。可以基于所预测的增生来生成外科工具参数调整。

[0289] 淋巴系统

[0290] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定淋巴系统相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括淋巴结、淋巴组成、淋巴位置和/或淋巴肿胀。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测淋巴系统相关病症,包括术后炎症、术后感染和/或纤维化。可以基于所确定的淋巴结肿胀来预测术后炎症和/或感染。可以基于所分析的淋巴结肿胀来生成外科工具参数调整。可以基于所确定的胶原沉积来生成外科工具参数调整,包括谐波工具参数调整。胶原沉积可随着淋巴结纤维化而增加。可以基于淋巴组成来预测炎性病症。可以基于淋巴组成来确定转移细胞扩散。可以基于淋巴肽来生成外科工具参数调整。淋巴多肽组学可以基于炎性病症而改变。

[0291] 病原体

[0292] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定病原体相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括病原体相关分子模式(PAMP)、病原体负荷、幽门螺杆菌和/或胃组织特性。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测病原相关病症,包括感染、胃

炎和/或溃疡产生。PAMP生物标志物可包括病原体抗原。病原体抗原可影响病原体负荷。可以基于所预测的感染来预测胃炎和/或潜在的溃疡产生。可以基于所预测的感染来确定胃组织特性改变。

[0293] 损伤DAMP (损伤相关分子模式)

[0294] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定DAMP相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括压力(例如,心血管、代谢、升糖和/或细胞)和/或坏死。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测DAMP相关病症,包括急性心肌梗死、肠炎和/或感染。细胞压力生物标志物可包括肌酸激酶MB、丙酮酸激酶同工酶M2型(M2-PK)、鸢尾素和/或微RNA。在一个示例中,可以基于所分析的肌酸激酶MB生物标志物来预测急性心肌梗死。可以基于所分析的M2-PK生物标志物来预测肠炎。可以基于所分析的鸢尾素生物标志物来确定压力。可以基于所分析的微RNA生物标志物来预测炎症性疾病和/或感染。可以基于所预测的炎症和/或感染来生成外科工具参数调整。可以基于所分析的坏死生物标志物来预测炎症和/或感染。坏死生物标志物可包括活性氧(ROS)。可以基于ROS增加来预测炎症和/或感染。可以基于所分析的ROS来确定术后恢复。

[0295] 细胞

[0296] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统,可以确定细胞相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括粒细胞、天然杀伤细胞(NK细胞)、巨噬细胞、淋巴细胞和/或结肠组织特性。基于所选择的生物标志物感测系统,可以预测细胞相关病症,包括术后感染、溃疡性结肠炎、炎症和/或炎性肠病。粒细胞生物标志物可包括嗜酸粒细胞增多和/或嗜中性粒细胞。嗜酸粒细胞增多生物标志物可包括痰细胞计数、嗜曙红阳离子蛋白和/或部分呼出一氧化氮。嗜中性粒细胞生物标志物可包括S100蛋白、髓过氧化物酶和/或人中性粒细胞脂质运载蛋白。淋巴细胞生物标志物可包括抗体、适应性反应和/或免疫记忆。抗体可包括免疫球蛋白A(IgA)和/或免疫球蛋白M(IgM)。在一个示例中,可以基于所分析的痰细胞计数来预测术后感染和/或术前炎症。可以基于所分析的嗜曙红阳离子蛋白来预测溃疡性结肠炎。可以基于所预测的溃疡性结肠炎来确定结肠组织特性改变。嗜酸性粒细胞可以产生嗜酸性阳离子蛋白,其可以基于溃疡性结肠炎来确定。可以基于所分析的呼出一氧化氮分数来预测炎症。炎症可包括1型哮喘样炎症。可以基于所预测的炎症来生成外科工具参数调整。在一个示例中,可以基于S100蛋白质来预测炎性肠病。S100蛋白可包括钙卫蛋白。可以基于所预测的炎性肠病来确定结肠组织特性。可以基于所分析的髓过氧化物酶和/或人中性粒细胞脂质运载蛋白来预测溃疡性结肠炎。可以基于所预测的溃疡性结肠炎来确定结肠组织特性改变。在一个示例中,可以基于抗体生物标志物来预测炎症。可以基于IgA来预测肠炎。可以基于IgM来预测心血管炎症。

[0297] 本文所述的检测、预测、确定和/或生成可由本文所述的计算系统(例如外科集线器、计算装置和/或智能装置)基于所测量的数据和/或由生物标志物感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0298] 肿瘤

[0299] 肿瘤可包括良性肿瘤和/或恶性肿瘤。可以基于所分析的生物标志物感测系统数据来确定和/或预测肿瘤相关生物标志物、并发症、情境信息和/或病症。如本文所述的计算系统可从肿瘤相关生物标志物(包括循环肿瘤细胞)中选择一种或多种生物标志物(例如,

来自生物标志物感测系统的数据)用于分析。

[0300] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统,可以确定良性肿瘤相关生物标志物、病症和/或情境信息,包括良性肿瘤复制、良性肿瘤代谢和/或良性肿瘤合成。良性肿瘤复制可包括有丝分裂活性、有丝分裂代谢和/或合成生物标志物的速率。良性肿瘤代谢可包括代谢需求和/或代谢产物生物标志物。良性肿瘤合成可包括蛋白表达和/或基因表达生物标志物。

[0301] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定恶性肿瘤相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括恶性肿瘤合成、恶性肿瘤代谢、恶性肿瘤复制、微卫星稳定性、转移风险、转移肿瘤、肿瘤生长、肿瘤衰退和/或转移活性。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测恶性肿瘤相关病症,包括癌症。恶性肿瘤合成可包括基因表达和/或蛋白表达生物标志物。可以基于肿瘤活组织检查和/或染色体组分析来确定基因表达。蛋白表达生物标志物可包括癌抗原125 (CA-125) 和/或癌胚性抗原 (CEA)。可以基于尿液和/或唾液来测量CEA。恶性肿瘤复制数据可包括有丝分裂活性速率、有丝分裂包封、肿瘤质量和/或微RNA 200c。

[0302] 在一个示例中,可以基于所分析的基因表达来确定微卫星稳定性。可以基于所确定的微卫星稳定性来确定转移风险。可以基于微卫星不稳定性低来确定和/或预测更高的转移风险。在一个示例中,可以基于所分析的蛋白表达来确定转移性肿瘤、肿瘤生长、肿瘤转移和/或肿瘤衰退。可以基于CA-125升高来确定和/或预测转移性肿瘤。可以基于CA-125来预测癌症。可以基于某些水平的CEA来预测癌症。可以基于检测到的CEA变化来监测肿瘤生长、转移和/或衰退。可以基于恶性肿瘤复制来确定转移活性。可以基于恶性肿瘤复制来预测癌症。微RNA 200c可以被某些癌症释放到血液中。可以基于循环肿瘤细胞的存在来确定和/或预测转移活性。

[0303] 本文所述的检测、预测、确定和/或生成可由本文所述的计算系统(例如外科集线器、计算装置和/或智能装置)基于所测量的数据和/或由生物标志物感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0304] 肌肉骨骼

[0305] 肌肉骨骼系统可包括肌肉、骨、骨髓和/或软骨。肌肉可包括平滑肌、心肌和/或骨骼肌。平滑肌可包括钙调蛋白、结缔组织、结构特征、增生、肌动蛋白和/或肌球蛋白。骨可包括钙化骨、成骨细胞和/或破骨细胞。骨髓可包括红髓和/或黄髓。软骨可包括软骨组织和/或软骨细胞。可以基于所分析的生物标志物感测系统数据来确定和/或预测肌肉骨骼系统相关生物标志物、并发症、情境信息和/或病症。如本文所述的计算系统可从肌肉骨骼相关生物标志物中选择一种或多种生物标志物(例如,来自生物标志物感测系统的数据)用于分析。

[0306] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定肌肉相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括血清钙调蛋白水平、力学强度、肌体、增生、肌肉收缩能力和/或肌肉损伤。基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以预测肌肉相关病症。在一个示例中,可以基于所分析的血清钙调蛋白水平来预测神经系统病症。可以基于所分析的平滑肌胶原水平来确定力学强度。胶原可影响力学强度,因为胶原可将平滑肌细丝结合在一起。可以基于所分析的结构特征来确定肌体。肌体可包括中间体和/或致密体。可以基于所分析的网膜

素水平来确定增生。网膜素可指示增生。可以基于平滑肌的厚区域来确定和/或预测增生。可以基于所分析的平滑肌 α -肌动蛋白表达来确定肌肉收缩能力。平滑肌中肌动蛋白的异常表达可能导致肌肉收缩无力。在一个示例中,可以基于所分析的循环平滑肌肌球蛋白和/或骨骼肌肌球蛋白来确定肌肉损伤。可以基于所分析的循环平滑肌肌球蛋白来确定肌力。可以基于循环平滑肌肌球蛋白和/或骨骼肌肌球蛋白来确定和/或预测肌肉损伤和/或脆弱、易碎的平滑肌。可从尿液中测量平滑肌肌球蛋白。在一个示例中,可以基于心肌和/或骨骼肌生物标志物来确定肌肉损伤。心肌和/或骨骼肌生物标志物可包括循环肌钙蛋白。可以基于与肌球蛋白一起循环的肌钙蛋白来确定和/或预测肌肉损伤。

[0307] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定骨相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括钙化骨特性、钙化骨功能、成骨细胞数量、类骨质分泌、破骨细胞数量和/或分泌的破骨细胞。

[0308] 例如,基于所选择的生物标志物感测系统数据,可以确定骨髓相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括组织衰竭和/或胶原分泌。可以基于所分析的软骨组织生物标志物来确定软骨组织的关节炎破坏。可以基于所分析的软骨细胞生物标志物来确定肌细胞的胶原分泌。

[0309] 本文所述的检测、预测、确定和/或生成可由本文所述的计算系统(例如外科集线器、计算装置和/或智能装置)基于所测量的数据和/或由生物标志物感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0310] 生殖系统

[0311] 可以基于所分析的生物标志物感测系统数据来确定和/或预测生殖系统相关生物标志物、并发症、情境信息和/或病症。如本文所述的计算系统可从生殖系统相关生物标志物中选择一种或多种生物标志物(例如,来自生物标志物感测系统的数据)用于分析。可以基于所分析的生物标志物感测系统数据来确定生殖系统相关生物标志物、并发症和/或情境信息,包括女性解剖结构、女性功能、月经周期、pH、出血、伤口愈合和/或瘢痕形成。女性解剖结构生物标志物可包括卵巢、阴道、子宫颈、输卵管和/或子宫。女性功能生物标志物可包括生殖激素、怀孕、绝经和/或月经周期。可以基于所分析的生物标志物感测系统数据来预测生殖系统相关病症,包括子宫内膜异位、粘连、阴道炎、细菌感染、SSI和/或盆腔脓肿。

[0312] 在一个示例中,可以基于女性解剖结构生物标志物来预测子宫内膜异位。可以基于女性解剖结构生物标志物来预测粘连。粘连可包括乙状结肠粘连。可以基于经血来预测子宫内膜异位。经血可包括来自子宫内膜异位的分子信号。可以基于所预测的子宫内膜异位来预测乙状结肠粘连。在一个示例中,可以基于月经周期来确定月经期和/或月经周期长度。可以基于所分析的月经期来确定出血、伤口愈合和/或瘢痕形成。可以基于所分析的月经周期来预测子宫内膜异位风险。可以基于较短的月经周期长度来预测较高的子宫内膜异位风险。可以基于所分析的经血和/或排出物pH来确定分子信号。可以基于所确定的分子信号来预测子宫内膜异位。可以基于所分析的排出物pH来确定阴道pH。可以基于所分析的阴道pH来预测阴道炎和/或细菌感染。可以基于阴道pH变化来预测阴道炎和/或细菌感染。可以基于所预测的阴道炎来预测妇科手术期间SSI和/或盆腔脓肿风险。

[0313] 本文所述的检测、预测、确定和/或生成可由本文所述的计算机实现的患者和外科医生监测系统中的一个内的计算系统(例如外科集线器、计算装置和/或智能装置)中的

任一个基于所测量的数据和/或由一个或多个感测系统生成的相关生物标志物来执行。

[0314] 图2A示出了外科手术室中的外科医生监测系统20002的示例。如图2A所示,患者由一个或多个医护专业人员(HCP)进行手术。HCP由HCP佩戴的一个或多个外科医生感测系统20020监测。HCP和HCP周围的环境还可以由一个或多个环境感测系统监测,这些环境感测系统包括例如可以部署在手术室中的一组相机20021、一组麦克风20022和其他传感器等。外科医生感测系统20020和环境感测系统可以与外科集线器20006通信,该外科集线器又可以与云计算系统20008的一个或多个云服务器20009通信,如图1所示。环境感测系统可用于测量一个或多个环境属性,例如,手术室中HCP的位置、HCP移动、手术室中的环境噪声、手术室中的温度/湿度等。

[0315] 如图2A所示,主显示器20023和一个或多个音频输出装置(例如,扬声器20019)被定位在无菌区中,以对在手术台20024处的操作者可见。此外,可视化/通知塔20026被定位在无菌区外部。可视化/通知塔20026可包括彼此背离的第一非无菌人机交互装置(HID)20027和第二非无菌HID 20029。HID可以是显示器或具有允许人直接与HID对接的触摸屏的显示器。由外科集线器20006引导的人机界面系统可以被配置成能够利用HID 20027、20029和20023来协调到无菌区内部和外部的操作者的信息流。在一个示例中,外科集线器20006可以使HID(例如,主HID 20023)显示关于患者和/或外科手术步骤的通知和/或信息。在一个示例中,外科集线器20006可以提示无菌区或非无菌区中的人员输入和/或从其接收输入。在一个示例中,外科集线器20006可使HID在非无菌HID 20027或20029上显示由成像装置20030记录的外科部位的快照,同时保持外科部位在主HID 20023上的实时馈送。例如,非无菌显示器20027或20029上的快照可允许非无菌操作者执行与外科手术相关的诊断步骤。

[0316] 在一个方面,外科集线器20006可被配置成能够将由非无菌操作者在可视化塔20026处输入的诊断输入或反馈路由到无菌区内的主显示器20023,其中手术台处的无菌操作者可查看该诊断输入或反馈。在一个示例中,输入可以是对显示在非无菌显示器20027或20029上的快照的修改形式,其可通过外科集线器20006路由到主显示器20023。

[0317] 参考图2A,外科器械20031作为外科医生监测系统20002的一部分在外科手术中使用。集线器20006可被配置成能够协调流向外科器械20031的显示器的信息流。例如,在提交于2018年12月4日的名称为“METHOD OF HUB COMMUNICATION, PROCESSING, STORAGE AND DISPLAY”的美国专利申请公布US2019-0200844A1号(美国专利申请16/209,385号)中有所描述,该申请的公开内容全文以引用方式并入本文。由非无菌操作者在可视化塔20026处输入的诊断输入或反馈可由集线器20006路由到无菌区内的外科器械显示器,其中外科器械20031的操作者可查看该诊断输入或反馈。例如,适合与外科系统20002一起使用的示例性外科器械在2018年12月4日提交的名称为“METHOD OF HUB COMMUNICATION, PROCESSING, STORAGE AND DISPLAY”的美国专利申请公布US 2019-0200844A1号(美国专利申请16/209,385号)的标题“Surgical Instrument Hardware”下有所描述,该申请的公开内容全文以引用方式并入本文。

[0318] 图2A示出了用于对平躺在外科手术室20035中的手术台20024上的患者执行外科手术的外科系统20002的示例。机器人系统20034可在外科手术中用作外科系统20002的一部分。机器人系统20034可包括外科医生的控制台20036、患者侧推车20032(外科机器人)和外科机器人集线器20033。当外科医生通过外科医生的控制台20036观察外科部位时,患者

侧推车20032可通过患者体内的微创切口来操纵至少一个可移除地耦接的外科工具20037。外科部位的图像可通过医学成像装置20030获得,该医学成像装置可由患者侧推车20032操纵以定向该成像装置20030。机器人集线器20033可用于处理外科部位的图像,以随后通过外科医生的控制台20036显示给外科医生。

[0319] 其他类型的机器人系统可容易地适于与外科系统20002一起使用。适合与本公开一起使用的机器人系统和外科工具的各种示例在2018年12月4日提交的名称为“METHOD OF ROBOTIC HUB COMMUNICATION, DETECTION, AND CONTROL”的美国专利申请US2019-0201137 A1号(美国专利申请16/209,407号)中有所描述,该专利申请的公开内容通过引用整体并入本文。

[0320] 由云计算系统20008执行并且适合与本公开一起使用的基于云的分析的各种示例在2018年12月4日提交的名称为“METHOD OF CLOUD BASED DATA ANALYTICS FOR USE WITH THE HUB”的美国专利申请公布US2019-0206569 A1号(美国专利申请16/209,403号)中有所描述,该专利申请的公开内容通过引用整体并入本文。

[0321] 在各种方面,成像装置20030可包括至少一个图像传感器和一个或多个光学部件。合适的图像传感器可包括但不限于电荷耦接装置(CCD)传感器和互补金属氧化物半导体(CMOS)传感器。

[0322] 成像装置20030的光学部件可包括一个或多个照明源和/或一个或多个透镜。一个或多个照明源可被引导以照明外科场地的多部分。一个或多个图像传感器可接收从外科场地地反射或折射的光,包括从组织和/或外科器械反射或折射的光。

[0323] 一个或多个照明源可被配置成能够辐射可见光谱以及不可见光谱中的电磁能。可见光谱(有时被称为光学光谱或发光光谱)是电磁光谱中对人眼可见(即,可被其检测)的那部分,并且可被称为可见光或简单光。典型的人眼将对空气中约380nm至约750nm范围的波长作出响应。

[0324] 不可见光谱(例如,非发光光谱)是电磁光谱的位于可见光谱之下和之上的部分(即,低于约380nm且高于约750nm的波长)。人眼不可检测到不可见光谱。大于约750nm的波长长于红色可见光谱,并且它们变为不可见的红外(IR)、微波和无线电电磁辐射。小于约380nm的波长比紫色光谱短,并且它们变为不可见的紫外、x射线和 γ 射线电磁辐射。

[0325] 在各种方面,成像装置20030被配置用于微创手术中。适用于本公开的成像装置的示例包括但不限于关节镜、血管镜、支气管镜、胆道镜、结肠镜、细胞检查镜、十二指肠镜、肠窥镜、食道-十二指肠镜(胃镜)、内窥镜、喉镜、鼻咽-肾内窥镜、乙状结肠镜、胸腔镜和输尿管镜。

[0326] 成像装置可采用多光谱监测来区分形貌和下层结构。多光谱图像是捕获跨电磁波谱的特定波长范围内的图像数据的图像。可通过滤波器或通过使用对特定波长敏感的器械来分离波长,特定波长包括来自可见光范围之外的频率的光,例如IR和紫外。光谱成像可允许提取人眼未能用其红色、绿色和蓝色的受体捕获的附加信息。多光谱成像的使用在2018年12月4日提交的名称为“METHOD OF HUB COMMUNICATION, PROCESSING, STORAGE AND DISPLAY”的美国专利申请公布US2019-0200844 A1号(美国专利申请16/209,385号)的标题“Advanced Imaging Acquisition Module”下更详细地描述,该专利申请的公开内容全文以引用方式并入本文。在完成外科任务以对处理过的组织执行一个或多个先前所述测试之

后,多光谱监测可以是用于重新定位外科场地的有用工具。不言自明的是,在任何外科期间都需要对手术室和外科设备进行严格灭菌。在“外科室”(即,手术室或治疗室)中所需的严格的卫生和灭菌条件需要所有医疗装置和设备的最高可能的无菌性。该灭菌过程的一部分是需要对接触患者或穿透无菌区的任何物质进行灭菌,包括成像装置20030及其附件和部件。应当理解,无菌区可被认为是被认为不含微生物的指定区域,诸如在托盘内或无菌毛巾内,或者无菌区可被认为是已准备用于外科手术的患者周围的区域。无菌区可包括被恰当地穿着的擦洗的团队成员,以及该区域中的所有设备和固定装置。

[0327] 图1所示的可穿戴感测系统20011可包括一个或多个感测系统,例如,如图2A所示的外科医生感测系统20020。外科医生感测系统20020可包括用于监测和检测医护人员(HCP)的一组身体状态和/或一组生理状态的感测系统。HCP通常可以是外科医生或协助外科医生的一个或多个医护人员或其他医疗服务提供者。在一个示例中,感测系统20020可以测量一组生物标志物以监测HCP的心率。在另一个示例中,佩戴在外科医生的手腕上的感测系统20020(例如,手表或腕带)可以使用加速度计来检测手部运动和/或抖动并且确定震颤的幅度和频率。感测系统20020可以将与该组生物标志物相关联的测量数据以及与外科医生的身体状态相关联的数据发送到外科集线器20006以供进一步处理。一个或多个环境感测装置可以向外科集线器20006发送环境信息。例如,环境感测装置可包括用于检测HCP的手/身体位置的相机20021。环境感测装置可包括用于测量手术室中的环境噪声的麦克风20022。其他环境感测装置可包括例如用于测量温度的温度计和用于测量手术室中的环境的湿度的湿度计等装置。单独地或与云计算系统通信的外科集线器20006可以使用外科医生生物标志物测量数据和/或环境感测信息来修改手持式仪器的控制算法或机器人接口的平均延迟,例如,以最小化震颤。在一个示例中,外科医生感测系统20020可以测量与HCP相关联的一个或多个外科医生生物标志物,并且将与外科医生生物标志物相关联的测量数据发送到外科集线器20006。外科医生感测系统20020可以使用以下RF协议中的一种或多种RF协议来与外科集线器20006通信:Bluetooth、Bluetooth Low-Energy (BLE)、Bluetooth Smart、Zigbee、Z波、IPv6低功率无线个域网(6LoWPAN)、Wi-Fi。外科医生生物标志物可包括以下的一种或多种:压力、心率等。来自手术室的环境测量结果可包括与外科医生或患者、外科医生和/或人员移动、外科医生和/或人员注意力水平等相关联的环境噪声水平。

[0328] 外科集线器20006可以使用与HCP相关联的外科医生生物标志物测量数据来自适应地控制一个或多个外科器械20031。例如,外科集线器20006可向外科器械20031发送控制程序以控制其致动器来限制或补偿疲劳和精细运动技能的使用。外科集线器20006可以基于态势感知和/或关于任务的重要性或关键程度的情境来发送控制程序。当需要控制时,控制程序可以指示器械改变操作以提供更多控制。

[0329] 图2B示出了患者监测系统20003(例如,受控患者监测系统)的示例。如图2B所示,在受控环境中(例如,在医院恢复室中)的患者可以由多个感测系统(例如,患者感测系统20041)监测。患者感测系统20041(例如,头带)可用于测量脑电图(EEG),以测量患者大脑的电活动。患者感测系统20042可用于测量患者的各种生物标志物,包括例如心率、V02水平等。患者感测系统20043(例如,附接到患者皮肤的柔性贴片)可用于通过分析使用微流体通道从皮肤表面捕获的少量汗液来测量汗液乳酸盐和/或钾水平。患者感测系统20044(例如,腕带或手表)可用于使用如本文所述的各种技术来测量血压、心率、心率变异性、V02水平

等。患者感测系统20045(例如,手指上的环)可用于使用如本文所述的各种技术来测量末梢温度、心率、心率变异性、VO₂水平等。患者感测系统20041-20045可以使用射频(RF)链路来与外科集线器20006通信。患者感测系统20041-20045可以使用以下RF协议中的一种或多种RF协议来与外科集线器20006通信:Bluetooth、Bluetooth Low-Energy (BLE)、Bluetooth Smart、Zigbee、Z波、IPv6低功耗无线个域网(6LoWPAN)、Thread、Wi-Fi等。

[0330] 感测系统20041-20045可以与外科集线器20006通信,该外科集线器又可以与远程云计算系统20008的远程服务器20009通信。外科集线器20006还与HID 20046通信。HID 20046可以显示与一个或多个患者生物标志物相关联的测量数据。例如,HID 20046可以显示血压、氧饱和度水平、呼吸率等。HID 20046可以为患者或提供关于患者的信息(例如,关于恢复里程碑或并发症的信息)的HCP显示通知。在一个示例中,关于恢复里程碑或并发症的信息可以与患者可能已经经历的外科手术相关联。在一个示例中,HID 20046可以显示用于患者执行活动的指令。例如,HID 20046可以显示吸气和呼气指令。在一个示例中,HID 20046可以是感测系统的一部分。

[0331] 如图2B所示,可以通过一个或多个环境感测系统20015来监测患者和患者周围的环境,这些环境感测系统包括例如麦克风(例如,用于检测与患者相关联或患者周围的环境噪声)、温度/湿度传感器、用于检测患者的呼吸模式的相机等。环境感测系统20015可以与外科集线器20006通信,该外科集线器又与远程云计算系统20008的远程服务器20009通信。

[0332] 在一个示例中,患者感测系统20044可从外科集线器20006接收通知信息,用于在显示单元或患者感测系统20044的HID上显示。通知信息可包括关于恢复里程碑的通知或关于并发症的通知,例如,在术后恢复的情况下。在一个示例中,通知信息可包括与通知相关联的可操作的严重程度级别。患者感测系统20044可以向患者显示通知和可操作的严重程度级别。患者感测系统可以使用触觉反馈来警告患者。视觉通知和/或触觉通知可以伴随有提示患者注意在感测系统的显示单元上提供的视觉通知的可听通知。

[0333] 图2C示出了患者监测系统(例如,非受控患者监测系统20004)的示例。如图2C所示,在非受控环境(例如,患者的住所)中的患者正由多个患者感测系统20041-20045监测。患者感测系统20041-20045可以测量和/或监测与一个或多个患者生物标志物相关联的测量数据。例如,患者感测系统20041(头带)可用于测量脑电图(EEG)。其他患者感测系统20042、20043、20044和20045是监测、测量和/或报告各种患者生物标志物的示例,如图2B所述。患者感测系统20041-20045中的一个或多个患者感测系统可以将与被监测的患者生物标志物相关联的测量数据发送到计算装置20047,该计算装置又可以与远程云计算系统20008的远程服务器20009通信。患者感测系统20041-20045可以使用射频(RF)链路来与计算装置20047(例如,智能电话、平板电脑等)通信。患者感测系统20041-20045可以使用以下RF协议中的一种或多种RF协议来与计算装置20047通信:Bluetooth、Bluetooth Low-Energy (BLE)、Bluetooth Smart、Zigbee、Z波、IPv6低功耗无线个域网(6LoWPAN)、Thread、Wi-Fi等。在一个示例中,患者感测系统20041-20045可以经由无线路由器、无线集线器或无线桥连接到计算装置20047。

[0334] 计算装置20047可以与作为云计算系统20008的一部分的远程服务器20009通信。在一个示例中,计算装置20047可以经由互联网服务供应商的电缆/FIOS联网节点与远程服务器20009通信。在一个示例中,患者感测系统可以与远程服务器20009直接通信。计算装置

20047或感测系统可以使用以下蜂窝协议中的一种或多种蜂窝协议经由蜂窝传输/接收点 (TRP) 或基站与远程服务器20009通信: GSM/GPRS/EDGE (2G)、UMTS/HSPA (3G)、长期演进 (LTE) 或4G、高级LTE (LTE-A)、新空口 (NR) 或5G。

[0335] 在一个示例中, 计算装置20047可以显示与患者生物标志物相关联的信息。例如, 计算装置20047可以显示血压、氧饱和度水平、呼吸率等。计算装置20047可以为患者或提供关于患者的信息 (例如, 关于恢复里程碑或并发症的信息) 的HCP显示通知。

[0336] 在一个示例中, 计算装置20047和/或患者感测系统20044可从外科集线器20006接收通知信息, 用于在计算装置20047和/或患者感测系统20044的显示单元上显示。通知信息可包括关于恢复里程碑的通知或关于并发症的通知, 例如, 在术后恢复的情况下。通知信息还可包括与通知相关联的可操作的严重程度级别。计算装置20047和/或感测系统20044可以向患者显示通知和可操作的严重程度级别。患者感测系统还可以使用触觉反馈来警告患者。视觉通知和/或触觉通知可以伴随有提示患者注意在感测系统的显示单元上提供的视觉通知的可听通知。

[0337] 图3示出了示例性外科医生监测系统20002, 其具有与可穿戴感测系统20011、环境感测系统20015、人机界面系统20012、机器人系统20013和智能仪器20014配对的外科集线器20006。集线器20006包括显示器20048、成像模块20049、发生器模块20050、通信模块20056、处理器模块20057、存储阵列20058和手术室标测模块20059。在某些方面, 如图3所示, 集线器20006还包括排烟模块20054和/或抽吸/冲洗模块20055。在外科手术期间, 用于密封和/或切割的对组织的能量施加通常与排烟、抽吸过量流体和/或冲洗组织相关联。来自不同来源的流体管线、功率管线和/或数据管线通常在外科手术期间缠结。在外科手术期间解决该问题可丢失有价值的时间。断开管线可能需要将管线与其相应的模块断开连接, 这可能需要重置模块。集线器模块化壳体20060提供用于管理功率管线、数据管线和流体管线的统一环境, 这减小了此类管线之间缠结的频率。本公开的各方面提供了用于外科手术中的外科集线器20006, 该外科手术涉及将能量施加到外科部位处的组织。外科集线器20006包括集线器壳体20060和可滑动地容纳在集线器壳体20060的对接底座中的组合发生器模块。对接底座包括数据触点和功率触点。组合发生器模块包括座置在单个单元中的超声能量发生器部件、双极RF能量发生器部件和单极RF能量发生器部件中的两个或更多个。在一个方面, 组合发生器模块还包括排烟部件, 用于将组合发生器模块连接到外科器械的至少一根能量递送缆线、被构造成能够排出通过向组织施加治疗能量而产生的烟雾、流体和/或颗粒的至少一个排烟部件、以及从远程外科部位延伸至排烟部件的流体管线。在一个方面, 流体管线可以是第一流体管线, 并且第二流体管线可从远程外科部位延伸至可滑动地容纳在集线器壳体20060中的抽吸和冲洗模块20055。在一个方面, 集线器壳体20060可包括流体接口。某些外科手术可能需要将多于一种能量类型施加到组织。一种能量类型可更有利于切割组织, 而另一种不同的能量类型可更有利于密封组织。例如, 双极发生器可用于密封组织, 而超声发生器可用于切割密封的组织。本公开的各方面提供了一种解决方案, 其中集线器模块化壳体20060被配置成能够容纳不同的发生器, 并且有利于它们之间的交互式通信。集线器模块化壳体20060的优点之一是使得能够快速移除和/或更换各种模块。本公开的各方面提供了在涉及将能量施加到组织的外科手术中使用的模块化外科壳体。模块化外科壳体包括第一能量发生器模块, 该第一能量发生器模块被配置成能够生成用于施加到组织的第

一能量,和第一对接底座,该第一对接底座包括第一对接端口,该第一对接端口包括第一数据和功率触点,其中第一能量发生器模块可滑动地运动成与该功率和数据触点电接合,并且其中第一能量发生器模块可滑动地运动出与第一功率和数据触点电接合。对上文进行进一步描述,模块化外科壳体还包括第二能量发生器模块,该第二能量发生器模块被构造成能够生成不同于第一能量的第二能量以用于施加到组织,和第二对接底座,该第二对接底座包括第二对接端口,该第二对接端口包括第二数据和功率触点,其中第二能量发生器模块可滑动地运动成与功率和数据触点电接合,并且其中第二能量发生器可滑动地运动出于第二功率和数据触点的电接触。此外,模块化外科壳体还包括在第一对接端口和第二对接端口之间的通信总线,其被构造成能够有利于第一能量发生器模块和第二能量发生器模块之间的通信。参考图3,本公开的各方面被呈现为集线器模块化壳体20060,其允许发生器模块20050、排烟模块20054和抽吸/冲洗模块20055的模块化集成。集线器模块化壳体20060还有利于模块20059、20054、20055之间的交互式通信。发生器模块20050可为具有集成的单极部件、双极部件和超声部件的发生器模块20050,这些部件被支撑在可滑动地可插入集线器模块化壳体20060中的单个外壳单元中。发生器模块20050可被配置成能够连接到单极装置20051、双极装置20052和超声装置20053。另选地,发生器模块20050可包括通过集线器模块化壳体20060进行交互的一系列单极发生器模块、双极发生器模块和/或超声发生器模块。集线器模块化壳体20060可被配置成能够有利于多个发生器的插入和对接到集线器模块化壳体20060中的发生器之间的交互通信,使得发生器将充当单个发生器。

[0338] 图4示出了根据本公开的至少一个方面的具有一组通信集线器的外科数据网络,该通信集线器被配置成能够将位于医疗设施的一个或多个手术室、患者恢复室或医疗设施中专门为外科操作配备的房间中的一组感测系统、环境感测系统和一组其他模块化装置连接到云。

[0339] 如图4所示,外科集线器系统20060可包括模块化通信集线器20065,其被配置成能够将位于医疗设施中的模块化装置连接到基于云的系统(例如,云计算系统20064,其可包括耦接到远程存储装置20068的远程服务器20067)。模块化通信集线器20065和装置可以连接在医疗设施中专门为外科操作配备的房间中。在一个方面,模块化通信集线器20065可包括与网络路由器20066通信的网络集线器20061和/或网络交换机20062。模块化通信集线器20065可耦接到本地计算机系统20063以提供本地计算机处理和数据操纵。与外科集线器系统20060相关联的外科数据网络可被配置为无源的、智能的或交换式的。无源外科数据网络充当数据的管道,从而使得其能够从一个装置(或区段)转移到另一个装置(或区段)以及云计算资源。智能外科数据网络包括附加特征部,以使得能够监测通过外科数据网络的流量并配置网络集线器20061或网络交换机20062中的每个端口。智能外科数据网络可被称为可管理的集线器或交换机。交换集线器读取每个包的目标地址,并且然后将包转发到正确的端口。

[0340] 位于手术室中的模块化装置1a-1n可耦接到模块化通信集线器20065。网络集线器20061和/或网络交换机20062可耦接到网络路由器20066以将装置1a-1n连接至云计算系统20064或本地计算机系统20063。与装置1a-1n相关联的数据可经由路由器传输到基于云的计算机,用于远程数据处理和操纵。与装置1a-1n相关联的数据也可被传输至本地计算机系统20063以用于本地数据处理和操纵。位于相同手术室中的模块化装置2a-2m也可耦接到网

络交换机20062。网络交换机20062可耦接到网络集线器20061和/或网络路由器20066以将装置2a-2m连接至云20064。与装置2a-2m相关联的数据可经由网络路由器20066传输到云计算系统20064以用于数据处理和操纵。与装置2a-2m相关联的数据也可被传输至本地计算机系统20063以用于本地数据处理和操纵。

[0341] 可穿戴感测系统20011可包括一个或多个感测系统20069。感测系统20069可包括外科医生感测系统和/或患者感测系统。一个或多个感测系统20069可以直接经由网络路由器20066之一或经由与网络路由器20066通信的网络集线器20061或网络交换机20062与外科集线器系统20060的计算机系统20063或云服务器20067通信。

[0342] 感测系统20069可以耦接到网络路由器20066以将感测系统20069连接到本地计算机系统20063和/或云计算系统20064。与感测系统20069相关联的数据可经由网络路由器20066传输到云计算系统20064以用于数据处理和操纵。与感测系统20069相关联的数据也可被传输至本地计算机系统20063以用于本地数据处理和操纵。

[0343] 如图4所示,可通过将多个网络集线器20061和/或多个网络交换机20062与多个网络路由器20066互连来扩展外科集线器系统20060。模块化通信集线器20065可包含在模块化控制塔中,该模块化控制塔被配置成能够容纳多个装置1a-1n/2a-2m。本地计算机系统20063也可包含在模块化控制塔中。模块化通信集线器20065可连接到显示器20068以显示例如在外科手术期间由装置1a-1n/2a-2m中的一些装置获得的图像。在各种方面,装置1a-1n/2a-2m可包括例如各种模块,诸如耦接到内窥镜的成像模块、耦接到基于能量的外科装置的发生器模块、排烟模块、抽吸/冲洗模块、通信模块、处理器模块、存储阵列、连接到显示器的外科装置和/或可连接到外科数据网络的模块化通信集线器20065的其他模块化装置中的非接触传感器模块。

[0344] 在一个方面,图4所示的外科集线器系统20060可包括将装置1a-1n/2a-2m或感测系统20069连接到云基础系统20064的网络集线器、网络交换机和网络路由器的组合。耦接到网络集线器20061或网络交换机20062的装置1a-1n/2a-2m或感测系统20069中的一者或多者可以实时收集数据或测量数据,并将该数据传输到云计算以进行数据处理和操纵。应当理解,云计算依赖于共享计算资源,而不是使用本地服务器或个人装置来处理软件应用程序。可使用“云”一词作为“因特网”的隐喻,尽管该术语不受此限制。因此,本文可使用术语“云计算”来指“基于互联网的计算的类型”,其中将不同的服务(例如服务器、存储装置和应用程序)递送至位于外科示教室(例如,固定、移动、临时或现场手术室或空间)中的模块化通信集线器20065和/或计算机系统20063以及通过互联网连接至模块化通信集线器20065和/或计算机系统20063的装置。云基础设施可由云服务提供方维护。在这种情况下,云服务提供方可以是协调位于一个或多个手术室中的装置1a-1n/2a-2m的使用和控制的实体。云计算服务可以基于由智能外科器械、机器人、感测系统和位于手术室中的其他计算机化装置所收集的数据来执行大量计算。集线器硬件使得多个装置、感测系统和/或连接能够连接到与云计算资源和存储装置通信的计算机。

[0345] 对由装置1a-1n/2a-2m所收集的数据应用云计算数据处理技术,外科数据网络可提供改善的外科结果,减小的成本和改善的患者满意度。可采用装置1a-1n/2a-2m中的至少一些来观察组织状态以评估在组织密封和切割手术之后密封的组织的渗漏或灌注。可采用装置1a-1n/2a-2m中的至少一些来识别病理学,诸如疾病的效应,使用基于云的计算检查

包括用于诊断目的的身体组织样本的图像的数据。这可包括组织和表型的定位和边缘确认。可采用装置1a-1n/2a-2m中的至少一些使用与成像装置和技术(诸如重叠由多个成像装置捕获的图像)集成的各种传感器来识别身体的解剖结构。由装置1a-1n/2a-2m收集的数据(包括图像数据)可被传输到云计算系统20064或本地计算机系统20063或这两者以用于数据处理和操纵,包括图像处理 and 操纵。可分析数据以通过确定是否可继续进行进一步治疗(诸如内窥镜式干预、新兴技术、靶向辐射、靶向干预和精确机器人对组织特异性位点和状况的应用来改善外科手术结果。此类数据分析可进一步采用结果分析处理,并且使用标准化方法可提供有益反馈以确认外科治疗和外科医生的行为,或建议修改外科治疗和外科医生的行为。

[0346] 对由感测系统20069所收集的测量数据应用云计算数据处理技术,外科数据网络可提供改善的外科结果、改进的恢复结果、减小的成本和改善的患者满意度。感测系统20069中的至少一些感测系统可用于评估对患者进行手术的外科医生或正准备进行外科手术的患者或在外科手术之后恢复的患者的生理状况。基于云的计算机系统20064可用于实时监测与外科医生或患者相关联的生物标志物,并且可用于至少基于在外科手术之前收集的测量数据来生成外科计划,在外科手术期间向外科器械提供控制信号,在手术后期间向患者通知并发症。

[0347] 手术室装置1a-1n可通过有线信道或无线信道连接至模块化通信集线器20065,这取决于装置1a-1n至网络集线器20061的配置。在一个方面,网络集线器20061可被实现为在开放式系统互连(OSI)模型的物理层上工作的本地网络广播装置。该网络集线器可提供与位于同一手术室网络中的装置1a-1n的连接。网络集线器20061可以包的形式收集数据,并以半双工模式将其发送至路由器。网络集线器20061可不存储用于传输装置数据的任何媒体访问控制/因特网协议(MAC/IP)。装置1a-1n中的仅一个装置可一次通过网络集线器20061发送数据。网络集线器20061可没有关于在何处发送信息并在每个连接上广播所有网络数据以及向云计算系统20064的远程服务器20067广播所有网络数据的路由表或智能。网络集线器20061可检测基本网络错误诸如冲突,但将所有信息广播到多个端口可能带来安全风险并导致瓶颈。

[0348] 手术室装置2a-2m可通过有线信道或无线信道连接到网络交换机20062。网络交换机20062在OSI模型的数据链路层中工作。网络交换机20062可以是用于将位于同一手术室中的装置2a-2m连接到网络的多点传送装置。网络交换机20062可以帧的形式向网络路由器20066发送数据并且可以全双工模式工作。多个装置2a-2m可通过网络交换机20062同时发送数据。网络交换机20062存储并使用装置2a-2m的MAC地址来传输数据。

[0349] 网络集线器20061和/或网络交换机20062可耦接到网络路由器20066以连接到云计算系统20064。网络路由器20066在OSI模型的网络层中工作。网络路由器20066产生用于将从网络集线器20061和/或网络交换机20062接收的数据包发射至基于云的计算机资源的路由,以进一步处理和操纵由装置1a-1n/2a-2m和可穿戴感测系统20011中的任一者或所有收集的数据。可采用网络路由器20066来连接位于不同位置的两个或更多个不同的网络,诸如例如同一医疗设施的不同手术室或位于不同医疗设施的不同手术室的网络。网络路由器20066可以包的形式向云计算系统20064发送数据并且以全双工模式工作。多个装置可以同时发送数据。网络路由器20066可使用IP地址来传输数据。

[0350] 在一个示例中,网络集线器20061可被实现为USB集线器,其允许多个USB装置连接到主机。USB集线器可以将单个USB端口扩展到多个层级,以便有更多端口可用于将装置连接到主机系统计算机。网络集线器20061可包括用于通过有线信道或无线信道接收信息的有线或无线能力。在一个方面,无线USB短距离、高带宽无线无线电通信协议可用于装置1a-1n和位于手术室中的装置2a-2m之间的通信。

[0351] 在示例中,手术室装置1a-1n/2a-2m和/或感测系统20069可经由蓝牙无线技术标准与模块化通信集线器20065通信,以用于在短距离(使用ISM频带中的2.4GHz至2.485GHz的短波长UHF无线电波)从固定装置和移动装置交换数据以及构建个人局域网(PAN)。手术室装置1a-1n/2a-2m和/或感测系统20069可经由多种无线或有线通信标准或协议与模块化通信集线器20065通信,包括但不限于Bluetooth、Low-Energy Bluetooth、近场通信(NFC)、Wi-Fi(IEEE 802.11系列)、WiMAX(IEEE 802.16系列)、IEEE 802.20、新空口(NR)、长期演进(LTE)和Ev-DO、HSPA+、HSDPA+、HSUPA+、EDGE、GSM、GPRS、CDMA、TDMA、DECT及其以太网衍生物,以及指定为3G、4G、5G和以上的任何其他无线和有线协议。计算模块可包括多个通信模块。例如,第一通信模块可以专用于较短距离的无线通信,例如Wi-Fi和Bluetooth Low-Energy Bluetooth、Bluetooth Smart,而第二通信模块可以专门用于较长距离的无线通信,例如GPS、EDGE、GPRS、CDMA、WiMAX、LTE、Ev-DO、HSPA+、HSDPA+、HSUPA+、EDGE、GSM、GPRS、CDMA、TDMA等。

[0352] 模块化通信集线器20065可用作手术室装置1a-1n/2a-2m和/或感测系统20069中的一者或多者的中央连接,并且可以处理被称为帧的数据类型。帧可携带由装置1a-1n/2a-2m和/或感测系统20069生成的数据。当模块化通信集线器20065接收到帧时,帧可以被放大和/或发送到网络路由器20066,该网络路由器可以通过使用多个无线或有线通信标准或协议将数据传输到云计算系统20064或本地计算机系统20063,如本文所述。

[0353] 模块化通信集线器20065可用作独立装置或连接到兼容的网络集线器20061和网络交换机20062以形成更大的网络。模块化通信集线器20065通常可易于安装、配置和维护,使得其成为对手术室装置1a-1n/2a-2m进行联网的良好选项。

[0354] 图5示出了计算机实现的交互式外科系统20070,其可以是外科医生监测系统20002的一部分。计算机实现的交互式外科系统20070在许多方面类似于由外科医生感测系统20002。例如,由计算机实现的交互式外科系统20070可包括在许多方面类似于外科医生监测系统20002的一个或多个外科子系统20072。每个外科子系统20072包括与可包括远程服务器20077和远程存储装置20078的云计算系统20064通信的至少一个外科集线器20076。在一个方面,计算机实现的交互式外科系统20070可包括模块化控制塔20085,其连接到多个手术室装置,例如位于手术室中的感测系统(例如,外科医生感测系统20002和/或患者感测系统20003)、智能外科器械、机器人和其他计算机化装置。如图6A所示,模块化控制塔20085可包括耦接到本地计算系统20063的模块化通信集线器20065。

[0355] 如图5的示例中所示,模块化控制塔20085可耦接到成像模块20088(该成像模块可耦接到内窥镜20087)、可耦接到能量装置20089的发生器模块20090、排烟器模块20091、抽吸/冲洗模块20092、通信模块20097、处理器模块20093、存储阵列20094、任选地分别耦接到显示器20086和20084的智能装置/器械20095和非接触传感器模块20096。模块化控制塔20085还可以与一个或多个感测系统20069和环境感测系统20015通信。感测系统20069可直

接经由路由器或经由通信模块20097连接到模块化控制塔20085。手术室装置可经由模块化控制塔20085耦接到云计算资源和数据存储装置。机器人外科集线器20082也可连接到模块化控制塔20085和云计算资源。装置/器械20095或20084、人机界面系统20080等可经由有线或无线通信标准或协议耦接到模块化控制塔20085,如本文所述。人机界面系统20080可包括显示子系统和通知子系统。模块化控制塔20085可耦接到集线器显示器20081(例如,监测器、屏幕)以显示和叠加从成像模块20088、装置/器械显示器20086和/或其他人机界面系统20080接收的图像。集线器显示器20081还可结合图像和叠加图像来显示从连接到模块化控制塔20085的装置接收的数据。

[0356] 图6A示出了包括耦接到模块化控制塔20085的多个模块的外科集线器20076。如图6A所示,外科集线器20076可连接到发生器模块20090、排烟器模块20091、抽吸/冲洗模块20092和通信模块20097。模块化控制塔20085可包括模块化通信集线器20065(例如,网络连接装置)和计算机系统20063,以提供例如与感测系统的本地无线连接、本地处理、并发症监测、可视化和成像。如图6A所示,模块化通信集线器20065可以以配置(例如,分层配置)连接以扩展模块(装置)数量和感测系统20069的数量,这些模块和感测系统可以连接到模块化通信集线器20065并且将与模块相关联的数据和/或与感测系统20069相关联的测量数据传输到计算机系统20063、云计算资源或两者。如图6A所示,模块化通信集线器20065中的网络集线器/交换机20061/20062中的每一者可包括三个下游端口和一个上游端口。上游网络集线器/交换机可连接至处理器20102以提供与云计算资源和本地显示器20108的通信连接。模块化通信集线器20065中的网络/集线器交换机20061/20062中的至少一者可以具有至少一个无线接口,以提供感测系统20069和/或装置20095与云计算系统20064之间的通信连接。与云计算系统20064的通信可通过有线或无线通信信道进行。

[0357] 外科集线器20076可采用非接触传感器模块20096来测量手术室的尺寸,并且使用超声或激光型非接触测量装置来生成外科手术室的标测图。基于超声的非接触传感器模块可通过发射一阵超声并在其从手术室的围墙弹回时接收回波来扫描手术室,如在2017年12月28日提交的名称为“INTERACTIVE SURGICAL PLATFORM”的美国临时专利申请序列62/611,341号中的标题“Surgical Hub Spatial Awareness Within an Operating Room”下所述,该临时专利申请全文以引用方式并入本文,其中传感器模块被配置成能够确定手术室的大小并调节蓝牙配对距离限制。基于激光的非接触传感器模块可通过发射激光脉冲、接收从手术室的围墙弹回的激光脉冲,以及将发射脉冲的相位与所接收的脉冲进行比较来扫描手术室,以确定手术室的大小并调整蓝牙配对距离限制。

[0358] 计算机系统20063可包括处理器20102和网络接口20100。处理器20102可经由系统总线耦接到通信模块20103、存储装置20104、存储器20105、非易失性存储器20106和输入/输出(I/O)接口20107。系统总线可为若干类型的总线结构中的任一者,该总线结构包括存储器总线或存储器控制器、外围总线或外部总线和/或使用任何各种可用总线架构的本地总线,包括但不限于9位总线、工业标准架构(ISA)、微型Charmel架构(MSA)、扩展ISA(EISA)、智能驱动电子器件(IDE)、VESA本地总线(VLB)、外围部件互连件(PCI)、USB、高级图形端口(AGP)、个人计算机存储卡国际协会总线(PCMCIA)、小型计算机系统接口(SCSI)或任何其他外围总线。

[0359] 处理器20102可为任何单核或多核处理器,诸如由Texas Instruments提供的商品

名为ARM Cortex的那些处理器。在一个方面,处理器可为购自例如德克萨斯器械公司(Texas Instruments)LM4F230H5QR ARM Cortex-M4F处理器核心,其包括256KB的单循环闪存或其他非易失性存储器(高达40MHz)的片上存储器、用于改善40MHz以上的执行的预取缓冲器、32KB单循环序列随机存取存储器(SRAM)、装载有**StellarisWare®**软件的内部只读存储器(ROM)、2KB电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、和/或一个或多个脉宽调制(PWM)模块、一个或多个正交编码器输入(QEI)模拟、具有12个模拟输入信道的一个或多个12位模数转换器(ADC),其细节可见于产品数据表。

[0360] 在一个示例中,处理器20102可包括安全控制器,该安全控制器包括两个基于控制器的系列(诸如TMS570和RM4x),已知同样由Texas Instruments生产,商品名为Hercules ARM Cortex R4。安全控制器可被配置为专门用于IEC 61508和ISO 26262安全关键应用等等,以提供高级集成安全特征部,同时递送可定标的执行、连接性和存储器选项。

[0361] 系统存储器可包括易失性存储器和非易失性存储器。基本输入/输出系统(BIOS)(包含诸如在启动期间在计算机系统内的元件之间传输信息的基本例程,)存储在非易失性存储器中。例如,非易失性存储器可包括ROM、可编程ROM(PROM)、电可编程ROM(EPROM)、EEPROM或闪存。易失存储器包括充当外部高速缓存存储器的随机存取存储器(RAM)。此外, RAM可以多种形式可用,诸如SRAM、动态RAM(DRAM)、同步DRAM(SDRAM)、双数据速率SDRAM(DDR SDRAM)增强SDRAM(ESDRAM)、同步链路DRAM(SLDRAM)和直接Rambus RAM(DRRAM)。

[0362] 计算机系统20063还可包括可移除/不可移除的、易失性/非易失性的计算机存储介质,诸如磁盘存储装置。磁盘存储器可包括但不限于诸如装置如磁盘驱动器、软盘驱动器、磁带驱动器、Jaz驱动器、Zip驱动器、LS-60驱动器、闪存存储卡或内存条。此外,磁盘存储器可包括单独地或与其他存储介质组合的存储介质,包括但不限于光盘驱动器诸如光盘ROM装置(CD-ROM)、光盘可记录驱动器(CD-R驱动器)、光盘可重写驱动器(CD-RW驱动器)或数字通用磁盘ROM驱动器(DVD-ROM)。为了有利于磁盘存储装置与系统总线的连接,可使用可移除或非可移除接口。

[0363] 应当理解,计算机系统20063可包括充当用户与在合适的操作环境中描述的基本计算机资源之间的中介的软件。此类软件可包括操作系统。可存储在磁盘存储装置上的操作系统可用于控制并分配计算机系统的资源。系统应用程序可利用操作系统通过存储在系统存储器或磁盘存储装置中的程序模块和程序数据来管理资源。应当理解,本文所述的各种部件可用各种操作系统或操作系统的组合来实现。

[0364] 用户可通过耦接到I/O接口20107的输入装置将命令或信息输入到计算机系统20063中。输入装置可包括但不限于指向装置,诸如鼠标、触控球、触笔、触摸板、键盘、麦克风、操纵杆、游戏垫、卫星盘、扫描器、电视调谐器卡、数字相机、数字摄像机、web相机等。这些和其他输入装置经由(一个或多个)接口端口通过系统总线连接到处理器20102。(一个或多个)接口端口包括例如串口、并行端口、游戏端口和USB。(一个或多个)输出装置使用与(一个或多个)输入装置相同类型的端口。因此,例如,USB端口可用于向计算机系统20063提供输入并将信息从计算机系统20063输出到输出装置。提供了输出适配器来说明在其他输出装置中可存在可能需要特殊适配器的一些输出装置,如监测器、显示器、扬声器和打印机。输出适配器以举例的方式可包括但不限于提供输出装置和系统总线之间的连接装置的视频和声卡。应当指出,其他装置或装置诸如(一个或多个)远程计算机的系统可提供输入

能力和输出能力两者。

[0365] 计算机系统20063可使用与一个或多个远程计算机(诸如云计算机)或本地计算机的逻辑连接在联网环境中操作。(一个或多个)远程云计算机可为个人计算机、服务器、路由器、网络PC、工作站、基于微处理器的器具、对等装置或其他公共网络节点等,并且通常包括相对于计算机系统所述的元件中的许多或全部。为简明起见,仅示出了具有(一个或多个)远程计算机的存储器存储装置。(一个或多个)远程计算机可通过网络接口在逻辑上连接到计算机系统,并且然后经由通信连接物理连接。网络接口可涵盖通信网络诸如局域网(LAN)和广域网(WAN)。LAN技术可包括光纤分布式数据接口(FDDI)、铜分布式数据接口(CDDI)、以太网/IEEE 802.3、令牌环/IEEE 802.5等。WAN技术可包括但不限于点对点链路、电路交换网络如综合业务数字网络(ISDN)及其变体、分组交换网络和数字用户管线(DSL)。

[0366] 在各种示例中,图4、图6A和图6B的计算机系统20063、成像模块20088和/或人机界面系统20080和/或图5和图6A的处理器模块20093可包括图像处理器、图像处理引擎、媒体处理器或用于处理数字图像的任何专用数字信号处理器(DSP)。图像处理器可采用具有单个指令、多数据(SIMD)或多指令、多数据(MIMD)技术的并行计算以提高速度和效率。数字图像处理引擎可执行一系列任务。图像处理器可为具有多核处理器架构的芯片上的系统。

[0367] 通信连接可指用于将网络接口连接到总线的硬件/软件。虽然示出了通信连接以便在计算机系统20063内进行示例性澄清,但其也可位于计算机系统20063外部。连接到网络接口所必需的硬件/软件仅出于示例性目的可包括内部和外部技术,例如调制解调器,包括常规的电话级调制解调器、电缆调制解调器、光纤调制解调器和DSL调制解调器、ISDN适配器和以太网卡。在一些示例中,还可以使用RF接口来提供网络接口。

[0368] 图6B示出了可穿戴监测系统(例如,受控患者监测系统)的示例。受控患者监测系统可以是当患者在医疗设施时用于监测一组患者生物标志物的感测系统。受控患者监测系统可被部署用于当患者正准备外科手术时的术前患者监测、当患者正进行手术时的术中监测或例如当患者正在恢复时的术后监测等。如图6B所示,受控患者监测系统可包括外科集线器系统20076,其可包括模块化通信集线器20065的一个或多个路由器20066和计算机系统20063。路由器20065可包括无线路由器、有线交换机、有线路由器、有线或无线联网集线器等。在一个示例中,路由器20065可以是基础设施的一部分。计算系统20063可以提供用于监测与患者或外科医生相关联的各种生物标志物的本地处理,以及向患者和/或医护人员(HCP)指示满足里程碑(例如,恢复里程碑)或检测到并发症的通知机制。外科集线器系统20076的计算系统20063还可以用于生成与通知(例如,已经检测到并发症的通知)相关联的严重程度级别。

[0369] 图4、图6B的计算系统20063、图6C的计算装置20200、图7B、图7C或图7D的集线器/计算装置20243可以是外科计算系统或集线器装置、膝上型电脑、平板计算机、智能电话等。

[0370] 如图6B所示,一组感测系统20069和/或环境感测系统20015(如图2A所述)可以经由路由器20065连接到外科集线器系统20076。路由器20065还可以提供感测系统20069和云计算系统20064之间的直接通信连接,例如,不涉及外科集线器系统20076的本地计算机系统20063。从外科集线器系统20076到云20064的通信可以通过有线或无线通信信道进行。

[0371] 如图6B所示,计算机系统20063可包括处理器20102和网络接口20100。处理器20102可经由系统总线耦接到射频(RF)接口或通信模块20103、存储装置20104、存储器

20105、非易失性存储器20106和输入/输出接口20107,如图6A所述。计算机系统20063可以与本地显示单元20108连接。在一些示例中,显示单元20108可以由HID代替。关于计算机系统的硬件和软件部件的细节在图6A中提供。

[0372] 如图6B所示,感测系统20069可包括处理器20110。处理器20110可经由系统总线耦接到射频(RF)接口20114、存储装置20113、存储器(例如,非易失性存储器)20112和I/O接口20111。系统总线可以是多种类型的总线结构中的任何一种,包括存储器总线或存储器控制器、外围总线或外部总线和/或本地总线,如本文所述。处理器20110可以是如本文中所述的任何单核或多核处理器。

[0373] 应当理解,感测系统20069可包括充当感测系统用户和在合适的操作环境中描述的计算机资源之间的中介的软件。此类软件可包括操作系统。可存储在磁盘存储装置上的操作系统可用于控制并分配计算机系统的资源。系统应用程序可利用操作系统通过存储在系统存储器或磁盘存储装置中的程序模块和程序数据来管理资源。应当理解,本文所述的各种部件可用各种操作系统或操作系统的组合来实现。

[0374] 感测系统20069可以连接到人机界面系统20115。人机界面系统20115可以是触摸屏显示器。人机界面系统20115可包括人机界面显示器,其用于显示与外科医生生物标志物和/或患者生物标志物相关联的信息,显示患者或外科医生的用户动作的提示,或向患者或外科医生显示指示关于恢复里程碑或并发症的信息的通知。人机界面系统20115可用于接收来自患者或外科医生的输入。其他人机界面系统可经由I/O接口20111连接到感测系统20069。例如,人机界面装置20115可包括用于提供触觉反馈的装置,作为用于提示用户注意可以在显示单元上显示的通知的机制。

[0375] 感测系统20069可以使用与一个或多个远程计算机(例如云计算机)或本地计算机的逻辑连接在联网环境中操作。(一个或多个)远程云计算机可为个人计算机、服务器、路由器、网络PC、工作站、基于微处理器的器具、对等装置或其他公共网络节点等,并且通常包括相对于计算机系统所述的元件中的许多或全部。远程计算机可通过网络接口在逻辑上连接到计算机系统。网络接口可涵盖通信网络,例如局域网(LAN)、广域网(WAN)和/或移动网络。LAN技术可包括光纤分布式数据接口(FDDI)、铜分布式数据接口(CDDI)、以太网/IEEE 802.3、令牌环/IEEE 802.5、Wi-Fi/IEEE 802.11等。WAN技术可包括但不限于点对点链路、电路交换网络如综合业务数字网络(ISDN)及其变体、分组交换网络和数字用户管线(DSL)。移动网络可包括基于以下移动通信协议中的一种或多种移动通信协议的通信链路:GSM/GPRS/EDGE (2G)、UMTS/HSPA (3G)、长期演进(LTE)或4G、高级LTE (LTE-A)、新空口(NR)或5G等。

[0376] 图6C示出了例如当患者远离医疗设施时的示例性非受控患者监测系统。非受控患者监测系统可用于当患者正准备进行外科手术但远离医疗设施时的术前患者监测或者用于例如当患者正从医疗设施得到恢复服务时的术后监测。

[0377] 如图6C所示,一个或多个感测系统20069与计算装置20200(例如,个人计算机、膝上型电脑、平板电脑或智能电话)通信。计算系统20200可以提供用于监测与患者相关联的各种生物标志物的处理、指示满足里程碑(例如,恢复里程碑)或检测到并发症的通知机制。计算系统20200还可以为感测系统的用户提供要遵循的指令。感测系统20069与计算装置20200之间的通信可以使用如本文所述的无线协议直接建立或经由无线路由器/集线器

20211建立。

[0378] 如图6C所示,感测系统20069可以经由路由器20211连接到计算装置20200。路由器20211可包括无线路由器、有线交换机、有线路由器、有线或无线联网集线器等。例如,路由器20211可以在感测系统20069与云服务器20064之间提供直接通信连接,而不涉及本地计算装置20200。计算装置20200可以与云服务器20064通信。例如,计算装置20200可以通过有线或无线通信信道与云20064通信。在一个示例中,感测系统20069可直接通过蜂窝网络(例如,经由蜂窝基站20210)与云通信。

[0379] 如图6C所示,计算装置20200可包括处理器20203和网络或RF接口20201。处理器20203可经由系统总线耦接到存储装置20202、存储器20212、非易失性存储器20213和输入/输出接口20204,如图6A和图6B所述。关于计算机系统的硬件和软件部件的细节在图6A中提供。计算装置20200可包括一组传感器,例如,传感器#1 20205、传感器#2 20206直到传感器#n 20207。这些传感器可以是计算装置20200的一部分并且可以用于测量与患者相关联的一个或多个属性。属性可以提供关于由感测系统20069中的一个感测系统执行的生物标志物测量的情境。例如,传感器#1可以是加速度计,其可用于测量加速力以便感测与患者相关联的移动或振动。在一个示例中,传感器20205至20207可包括压力传感器、高度计、温度计、激光雷达等中的一者或多者。

[0380] 如图6B所示,感测系统20069可包括处理器、射频接口、存储装置、存储器或非易失性存储器以及经由系统总线的输入/输出接口,如图6A所述。感测系统可包括传感器单元以及处理和通信单元,如图7B至图7D所述。系统总线可以是多种类型的总线结构中的任何一种,包括存储器总线或存储器控制器、外围总线或外部总线和/或本地总线,如本文所述。处理器可以是如本文中所述的任何单核或多核处理器。

[0381] 感测系统20069可以与人机界面系统20215通信。人机界面系统20215可以是触摸屏显示器。人机界面系统20215可用于显示与患者生物标志物相关联的信息,显示患者的用户动作的提示,或向患者显示指示关于恢复里程碑或并发症的信息的通知。人机界面系统20215可用于接收来自患者的输入。其他人机界面系统可经由I/O接口连接到感测系统20069。例如,人机界面系统可包括用于提供触觉反馈的装置,作为用于提示用户注意可以在显示单元上显示的通知的机制。感测系统20069可以使用与一个或多个远程计算机(例如云计算机)或本地计算机的逻辑连接在联网环境中操作,如图6B所述。

[0382] 图7A示出了根据本公开的一个或多个方面的外科器械或工具的控制系统20220的逻辑图。外科器械或外科工具可以是可配置的。外科器械可包括专用于即将进行的手术的外科固定装置,例如成像装置、外科缝合器、能量装置、内镜切割器装置等。例如,外科器械可包括动力缝合器、动力缝合器发生器、能量装置、前置能量装置、前置能量钳口装置、内镜切割器夹钳、能量装置发生器、手术室成像系统、排烟器、抽吸-冲洗装置、吹气系统等中的任一种。系统20220可包括控制电路。控制电路可包括微控制器20221,该微控制器包括处理器20222和存储器20223。例如,传感器20225、20226、20227中的一者或多者向处理器20222提供实时反馈。由马达驱动器20229驱动的马达20230可操作地耦接可纵向运动的位移构件以驱动I形梁刀元件。跟踪系统20228可被配置成能够确定纵向可移动的位移构件的位置。可将位置信息提供给处理器20222,该处理器可被编程或配置成能够确定纵向可移动的驱动构件的位置以及击发构件、击发杆和I形梁刀元件的位置。附加马达可设置在工具驱动器

接口处,以控制I形梁击发、闭合管行进、轴旋转和关节运动。显示器20224可显示器械的多种操作条件并且可包括用于数据输入的触摸屏功能。显示在显示器20224上的信息可叠加有经由内窥镜式成像模块获取的图像。

[0383] 在一个方面,微控制器20221可为任何单核或多核处理器,诸如已知的由Texas Instruments生产的商品名为ARM Cortex的那些。在一个方面,微控制器20221可为购自例如德克萨斯器械公司(Texas Instruments)的LM4F230H5QR ARM Cortex-M4F处理器核心,其包括256KB的单循环闪存或其他非易失性存储器(高达40MHz)的片上存储器、用于改善高于40MHz的性能的预取缓冲器、32KB单循环SRAM、装载有**StellarisWare®**软件的内部ROM、2KB电EEPROM、一个或多个PWM模块、一个或多个QEI模拟、具有12个模拟输入信道的一个或多个12位ADC,其细节可见于产品数据表。

[0384] 在一个方面,微控制器20221可包括安全控制器,该安全控制器包括两个基于控制器的系列(诸如TMS570和RM4x),已知其同样由Texas Instruments生产,商品名为Hercules ARM Cortex R4。安全控制器可被配置为专门用于IEC 61508和ISO 26262安全关键应用等等,以提供高级集成安全特征部,同时递送可定标的执行、连接性和存储器选项。

[0385] 可对微控制器20221进行编程以执行各种功能,诸如对刀和关节运动系统的速度和位置的精确控制。在一个方面,微控制器20221可包括处理器20222和存储器20223。电动机20230可为有刷直流(DC)马达,其具有齿轮箱以及至关节运动或刀系统的机械链路。在一个方面,马达驱动器20229可为可购自Allegro Microsystems, Inc.的A3941。其他马达驱动器可容易地被替换以用于包括绝对定位系统的跟踪系统20228中。绝对定位系统的详细描述在2017年10月19日公布的名称为“SYSTEMS AND METHODS FOR CONTROLLING A SURGICAL STAPLING AND CUTTING INSTRUMENT”的美国专利申请公布2017/0296213号中有所描述,该专利申请全文以引用方式并入本文。

[0386] 微控制器20221可被编程为提供对位移构件和关节运动系统的速度和位置的精确控制。微控制器20221可被配置成能够计算微控制器20221的软件中的响应。可将计算的响应与实际系统的所测量响应进行比较,以获得“观察到的”响应,其用于实际反馈决定。观察到的响应可为有利的调谐值,该值使所模拟响应的平滑连续性质与所测量响应均衡,这可检测对系统的外部影响。

[0387] 在一些方面,马达20230可由马达驱动器20229控制并可被外科器械或工具的击发系统采用。在各种形式中,马达20230可为具有约25,000RPM的最大旋转速度的有刷DC驱动马达。在一些示例中,马达20230可包括无刷马达、无绳马达、同步马达、步进马达或任何其他合适的电动马达。马达驱动器20229可包括例如包括场效应晶体管(FET)的H桥驱动器。马达20230可通过可释放地安装到柄部组件或工具外壳的功率组件来提供动力,以用于向外科器械或工具供应控制动力。功率组件可包括电池,该电池可包括串联连接的、可用作功率源以为外科器械或工具提供功率的多个电池单元。在某些情况下,功率组件的电池单元可以是可替换的和/或可再充电的。在至少一个示例中,电池单元可为锂离子电池,其可耦接到功率组件并且可与功率组件分离。

[0388] 马达驱动器20229可为可购自Allegro Microsystems, Inc.的A3941。A3941可为全桥控制器,其用于与针对电感负载(诸如有刷DC马达)特别设计的外部N信道功率金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)一起使用。驱动器20229可包括独特的电荷泵调整器,其可

为低至7V的电池电压提供完整的(>10V)栅极驱动并且可允许A3941在低至5.5V的减小的栅极驱动下操作。可采用自举电容器来提供N信道MOSFET所需的上述电池供电电压。高边驱动装置的内部电荷泵可允许直流(100%占空比)操作。可使用二极管或同步整流在快衰减模式或慢衰减模式下驱动全桥。在慢衰减模式下,电流再循环可穿过高边FET或低边FET。可通过电阻器可调式空载时间保护功率FET不被击穿。综合诊断提供欠压、过热和功率桥故障的指示,并且可被配置成能够在大多数短路条件下保护功率MOSFET。其他马达驱动器可容易地被替换以用于包括绝对定位系统的跟踪系统20228中。

[0389] 跟踪系统20228可包括根据本公开的一个方面的包括位置传感器20225的受控马达驱动电路布置方式。用于绝对定位系统的位置传感器20225可提供对应于位移构件的位置的独特位置信号。在一些示例中,位移构件可表示纵向可运动的驱动构件,其包括用于与齿轮减速器组件的对应驱动齿轮啮合接合的驱动齿的齿条。在一些示例中,位移构件可表示击发构件,该击发构件可被适配和配置成能够包括驱动齿的齿条。在一些示例中,位移构件可表示击发杆或I形梁,它们中的每一者均可被适配和配置成能够包括驱动齿的齿条。因此,如本文所用,术语位移构件可通常用于指外科器械或工具的任何可运动的构件诸如驱动构件、击发构件、击发杆、I形梁或可进行移位的任何元件。在一个方面,可纵向运动的驱动构件可耦接到击发构件、击发杆和I形梁。因此,绝对定位系统实际上可通过跟踪可纵向运动的驱动构件的线性位移来跟踪I形梁的线性位移。在各种方面,位移构件可耦接到适于测量线性位移的任何位置传感器20225。因此,可纵向运动的驱动构件、击发构件、击发杆或I形梁或它们的组合可耦接到任何合适的线性位移传感器。线性位移传感器可包括接触式位移传感器或非接触式位移传感器。线性位移传感器可包括线性可变差动变压器(LVDT)、差动可变磁阻换能器(DVRT)、滑动电位计、包括可移动磁体和一系列线性布置的霍尔效应传感器的磁感测系统、包括固定磁体和一系列可移动的线性布置的霍尔效应传感器的磁感测系统、包括可移动光源和一系列线性布置的光电二极管或光电检测器的光学感测系统、包括固定光源和一系列可移动的线性布置的光电二极管或光电检测器的光学感测系统或它们的任何组合。

[0390] 电动马达20230可包括可操作地与齿轮组件交接的可旋转轴,该齿轮组件与一组驱动齿或驱动齿的齿条啮合安装在位移构件上。传感器元件可以可操作地耦接到齿轮组件,使得位置传感器20225元件的单次旋转对应于位移构件的某些线性纵向平移。传动装置和传感器的布置方式可经由齿条和小齿轮布置方式连接至线性致动器,或者经由直齿齿轮或其他连接连接至旋转致动器。功率源可为绝对定位系统供应功率,并且输出指示器可显示绝对定位系统的输出。位移构件可表示纵向可运动驱动构件,该纵向可运动驱动构件包括形成于其上的驱动齿的齿条,以用于与齿轮减速器组件的对应驱动齿轮啮合接合。位移构件可表示可纵向运动的击发构件、击发杆、I形梁或它们的组合。

[0391] 与位置传感器20225相关联的传感器元件的单次旋转可等同于位移构件的纵向线性位移 d_1 ,其中 d_1 为在耦接到位移构件的传感器元件的单次旋转之后位移构件从点“a”移动到点“b”的纵向线性距离。可经由齿轮减速连接传感器布置方式,该齿轮减速使得位置传感器20225针对位移构件的全行程仅完成一次或多次旋转。位置传感器20225可针对位移构件的全行程完成多次旋转。

[0392] 可单独或结合齿轮减速采用一系列开关(其中, n 为大于1的整数)来为位置传感

器20225的多于一次旋转提供独特位置信号。开关的状态可被馈送回微控制器20221,该微控制器应用逻辑以确定对应于位移构件的纵向线性位移 $d_1+d_2+\cdots+d_n$ 的独特位置信号。位置传感器20225的输出被提供给微控制器20221。该传感器布置方式的位置传感器20225可包括磁性传感器、模拟旋转传感器(如电位计)或模拟霍尔效应元件的阵列,其输出位置信号或值的独特组合。

[0393] 位置传感器20225可包括任何数量的磁性感测元件,诸如例如根据它们是否测量磁场的总磁场或矢量分量而被分类的磁性传感器。用于产生上述两种类型磁性传感器的技术可涵盖物理学和电子学的多个方面。用于磁场感测的技术可包括探查线圈、磁通门、光泵、核旋、超导量子干涉仪(SQUID)、霍尔效应、各向异性磁电阻、巨磁电阻、磁性隧道结、巨磁阻抗、磁致伸缩/压电复合材料、磁敏二极管、磁敏晶体管、光纤、磁光,以及基于微机电系统的磁性传感器等等。

[0394] 在一个方面,用于包括绝对定位系统的跟踪系统20228的位置传感器20225可包括磁性旋转绝对定位系统。位置传感器20225可被实现为AS5055EQFT单片磁性旋转位置传感器,其可购自Austria Microsystems,AG。位置传感器20225与微控制器20221进行交互以提供绝对定位系统。位置传感器20225可为低电压和低功率部件,并且可包括可位于磁体上方的位置传感器20225的区域中的四个霍尔效应元件。在芯片上还可提供高分辨率ADC和智能功率管理控制器。可提供坐标旋转数字计算机(CORDIC)处理器(也称为逐位法和Volder算法)以执行简单有效的算法来计算双曲线函数和三角函数,其仅需要加法、减法、位移和表格查找操作。角位置、报警位和磁场信息可通过标准串行通信接口(诸如串行外围接口(SPI)接口)被传输到微控制器20221。位置传感器20225可提供12或14位分辨率。位置传感器20225可为以小QFN 16引脚4x4x0.85mm封装提供的AS5055芯片。

[0395] 包括绝对定位系统的跟踪系统20228可包括并且/或者可被编程以实现反馈控制器,诸如PID、状态反馈和自适应控制器。功率源将来自反馈控制器的信号转换为对系统的物理输入:在这种情况下为电压。其他示例包括电压、电流和力的PWM。除了由位置传感器20225所测量的位置之外,可提供其他传感器来测量物理系统的物理参数。在一些方面,一个或多个其他传感器可包括传感器布置方式,诸如在2016年5月24日发布的名称为“STAPLE CARTRIDGE TISSUE THICKNESS SENSOR SYSTEM”的美国专利9,345,481号中所述的那些,该专利全文以引用方式并入本文;2014年9月18日公布的名称为“STAPLE CARTRIDGE TISSUE THICKNESS SENSOR SYSTEM”的美国专利申请公布2014/0263552号,该专利全文以引用方式并入本文;以及2017年6月20日提交的名称为“TECHNIQUES FOR ADAPTIVE CONTROL OF MOTOR VELOCITY OF A SURGICAL STAPLING AND CUTTING INSTRUMENT”的美国专利申请序列15/628,175号,该专利申请全文以引用方式并入本文。在数字信号处理系统中,绝对定位系统耦接到数字数据采集系统,其中绝对定位系统的输出将具有有限分辨率和采样频率。绝对定位系统可包括比较和组合电路,以使用算法(诸如加权平均和理论控制环路)将计算响应与测量响应进行组合,该算法驱动计算响应朝向所测量的响应。物理系统的计算响应可将特性如质量、惯性、粘性摩擦、电感电阻考虑在内,以通过得知输入来预测物理系统的状态和输出。

[0396] 因此,绝对定位系统在器械上电时可提供位移构件的绝对位置,并且不使位移构件回缩或推进至如常规旋转编码器可需要的复位(清零或本位)位置,这些编码器仅对马达

20230采取的向前或向后的步数进行计数以推断装置致动器、驱动棒、刀等等的位置。

[0397] 传感器20226 (诸如,例如应变仪或微应变仪) 可被配置成能够测量端部执行器的一个或多个参数,诸如例如在夹持操作期间施加在砧座上的应变的幅值,该幅值可指示施加到砧座的闭合力。可将测得的应变转换成数字信号并提供给处理器20222。另选地或除了传感器20226之外,传感器20227 (诸如负载传感器) 可以测量由闭合驱动系统施加到砧座的闭合力。传感器20227诸如负载传感器可以测量在外科器械或工具的击发行程中施加到I形梁的击发力。I形梁被配置成能够接合楔形滑动件,该楔形滑动件被配置成能够使钉驱动器向上凸轮运动以将钉推出以与砧座变形接触。I形梁还可包括锋利切割刃,当通过击发杆向远侧推进I形梁时,该切割刃可用于切断组织。另选地,可以采用电流传感器20231来测量由马达20230汲取的电流。推进击发构件所需的力可对应于例如由马达20230消耗的电流。可将测得的力转换成数字信号并提供给处理器20222。

[0398] 在一种形式中,应变仪传感器20226可用于测量由端部执行器施加到组织的力。应变仪可耦接到端部执行器以测量被端部执行器处理的组织上的力。用于测量施加到由端部执行器抓握的组织的力的系统可包括应变仪传感器20226,诸如例如微应变仪,其可被配置成能够测量例如端部执行器的一个或多个参数。在一个方面,应变仪传感器20226可测量在夹持操作期间施加到端部执行器的钳口构件上的应变的幅值或量值,这可指示组织压缩。可将测得的应变转换成数字信号并将其提供给微控制器20221的处理器20222。负载传感器20227可测量用于操作刀元件例如以切割被捕获在砧座和钉仓之间的组织的力。可采用磁场传感器来测量捕获的组织的厚度。磁场传感器的测量值也可被转换成数字信号并提供给处理器20222。

[0399] 微控制器20221可使用分别由传感器20226、20227测量的组织压缩、组织厚度和/或在组织上闭合端部执行器所需的力的测量值来表征击发构件的选定位置和/或击发构件的速度的对应值。在一种情况下,存储器20223可存储可由微控制器20221在评估中所采用的技术、公式和/或查找表。

[0400] 外科器械或工具的控制系统20220还可包括有线或无线通信电路以与模块化通信集线器20065通信,如图5和图6A所示。

[0401] 图7B示出了示例性感测系统20069。感测系统可以是外科医生感测系统或患者感测系统。感测系统20069可包括与数据处理和通信单元20236通信的传感器单元20235和人机界面系统20242。数据处理和通信单元20236可包括模数转换器20237、数据处理单元20238、存储单元20239和输入/输出接口20241、收发器20240。感测系统20069可以与外科集线器或计算装置20243通信,该外科集线器或计算装置又与云计算系统20244通信。云计算系统20244可包括云存储系统20078和一个或多个云服务器20077。

[0402] 传感器单元20235可包括用于测量一种或多种生物标志物的一个或多个离体或体内传感器。生物标志物可包括例如血液pH、水合状态、氧饱和度、核心体温、心率、心率变异性、出汗率、皮肤电导、血压、光暴露、环境温度、呼吸率、咳嗽和打喷嚏、胃肠动力、胃肠道成像、组织灌注压、呼吸道中的细菌、酒精消耗、乳酸盐(汗液)、末梢温度、积极性和乐观、肾上腺素(汗液)、皮质醇(汗液)、水肿、真菌毒素、最大V02、术前疼痛、空气中的化学物、循环肿瘤细胞、压力和焦虑、意识模糊和谵妄、身体活动、自主神经张力、昼夜节律、月经周期、睡眠等。可以使用一个或多个传感器来测量这些生物标志物,例如,光传感器(例如,光电二极

管、光敏电阻器)、机械传感器(例如,运动传感器)、声学传感器、电传感器、电化学传感器、热电传感器、红外线传感器等。这些传感器可以使用以下感测技术中的一种或多种来测量如本文所述的生物标志物:光电容积脉搏波描记法、心电描记术、脑电描记术、比色法、阻抗描记术、电位测定法、电流测定法等。

[0403] 如图7B所示,传感器单元20235中的传感器可以测量与待测量的生物标志物相关联的生理信号(例如,电压、电流、PPG信号等)。待测量的生理信号可取决于所使用的感测技术,如本文所述。感测系统20069的传感器单元20235可以与数据处理和通信单元20236通信。在一个示例中,传感器单元20235可以使用无线接口与数据处理和通信单元20236通信。数据处理和通信单元20236可包括模数转换器(ADC) 20237、数据处理单元20238、存储装置20239、I/O接口20241和RF收发器20240。数据处理单元20238可包括处理器和存储器单元。

[0404] 传感器单元20235可以将所测量的生理信号发射到数据处理和通信单元20236的ADC 20237。在一个示例中,所测量的生理信号可以在被发送到ADC之前通过一个或多个滤波器(例如,RC低通滤波器)。ADC可以将所测量的生理信号转换为与生物标志物相关联的测量数据。ADC可以将测量数据传递到数据处理单元20238进行处理。在一个示例中,数据处理单元20238可以将与生物标志物相关联的测量数据发送到外科集线器或计算装置20243,其又可以将测量数据发送到云计算系统20244进行进一步处理。数据处理单元可以使用无线协议中的一种无线协议将测量数据发送到外科集线器或计算装置20243,如本文所述。在一个示例中,数据处理单元20238可以首先处理从传感器单元接收的原始测量数据,并且将已处理的测量数据发送到外科集线器或计算装置20243。

[0405] 在一个示例中,感测系统20069的数据处理和通信单元20236可从外科集线器、计算装置20243或者直接从云计算系统20244的云服务器20077接收与生物标志物相关联的阈值,以用于监测。数据处理单元20236可以将与待监测的生物标志物相关联的测量数据与从外科集线器、计算装置20243或云服务器20077接收的对应阈值进行比较。数据处理和通信单元20236可以向HID 20242发送通知消息,指示测量数据值已经超过阈值。通知消息可包括与所监测的生物标志物相关联的测量数据。数据处理和计算单元20236可以使用以下RF协议中的一种RF协议经由传输向外科集线器或计算装置20243发送通知:Bluetooth、Bluetooth Low-Energy (BLE)、Bluetooth Smart、Zigbee、Z波、IPv6低功耗无线个域网(6LoWPAN)、Wi-Fi。数据处理单元20238可以使用以下蜂窝协议中的一种或多种蜂窝协议经由到蜂窝传输/接收点(TRP)或基站的传输将通知(例如,针对HCP的通知)直接发送到云服务器:GSM/GPRS/EDGE (2G)、UMTS/HSPA (3G)、长期演进(LTE)或4G、高级LTE(LTE-A)、新空口(NR)或5G。在一个示例中,感测单元可以经由路由器与集线器/计算装置通信,如图6A至图6C所述。

[0406] 图7C示出了示例性感测系统20069(例如,外科医生感测系统或患者感测系统)。感测系统20069可包括传感器单元20245、数据处理和通信单元20246以及人机界面装置20242。传感器单元20245可包括传感器20247和模数转换器(ADC) 20248。传感器单元20245中的ADC 20248可以将由传感器20247测量的生理信号转换成与生物标志物相关联的测量数据。传感器单元20245可以将测量数据发送到数据处理和通信单元20246进行进一步处理。在一个示例中,传感器单元20245可以使用集成电路间(I2C)接口向数据处理和通信单元20246发送测量数据。

[0407] 数据处理和通信单元20246包括数据处理单元20249、存储单元20250和RF收发器20251。感测系统可以与外科集线器或计算装置20243通信,该外科集线器或计算装置又可以与云计算系统20244通信。云计算系统20244可包括远程服务器20077和相关联的远程存储装置20078。传感器单元20245可包括用于测量一种或多种生物标志物的一个或多个离体或体内传感器,如本文所述。

[0408] 在处理从传感器单元20245接收的测量数据之后,数据处理和通信单元20246可进一步处理测量数据和/或将测量数据发送到智能集线器或计算装置20243,如图7B所述。在一个示例中,数据处理和通信单元20246可以将从传感器单元20245接收的测量数据发送到云计算系统20244的远程服务器20077,以进行进一步处理和/或监测。

[0409] 图7D示出了示例性感测系统20069(例如,外科医生感测系统或患者感测系统)。感测系统20069可包括传感器单元20252、数据处理和通信单元20253以及人机界面系统20261。传感器单元20252可包括多个传感器20254、20255直到20256,以测量与患者或外科医生的生物标志物相关联的一个或多个生理信号和/或与患者或外科医生的身体状态相关联的一个或多个身体状态信号。传感器单元20252还可包括一个或多个模数转换器(ADC)20257。生物标志物列表可包括生物标志物,例如本文所公开的那些生物标志物。传感器单元20252中的ADC 20257可以将由传感器20254-20256测量的生理信号和/或身体状态信号中的每一者转换为相应的测量数据。传感器单元20252可以将与一种或多种生物标志物以及与患者或外科医生的身体状态相关联的测量数据发送到数据处理和通信单元20253进行进一步处理。传感器单元20252可以针对传感器1 20254到传感器N 20256中的每一者单独地或者针对所有传感器组合地将测量结果发送到信息处理和通信单元20253。在一个示例中,传感器单元20252可以经由I2C接口将测量数据发送到数据处理和通信单元20253。

[0410] 数据处理和通信单元20253可包括数据处理单元20258、存储单元20259和RF收发器20260。感测系统20069可以与外科集线器或计算装置20243通信,该外科集线器或计算装置又与包括至少一个远程服务器20077和至少一个存储单元20078的云计算系统20244通信。传感器单元20252可包括用于测量一种或多种生物标志物的一个或多个离体或体内传感器,如本文所述。

[0411] 图8是使用来自一个或多个外科医生感测系统的外科任务态势感知和测量数据来调节外科器械控制的示例。图8示出了例示性外科手术的时间线20265以及外科集线器可从在外科手术中的每个步骤从一个或多个外科装置、一个或多个外科医生感测系统和/或一个或多个环境感测系统接收的数据推导出的情境信息。可由外科集线器控制的装置可包括前置能量装置、内镜切割器夹钳等。环境感测系统可包括用于测量与外科医生相关联的一种或多种生物标志物(例如,心率、汗液组成、呼吸率等)的感测系统。环境感测系统可包括用于测量环境属性中的一个或多个环境属性的系统,例如,用于检测外科医生位置/移动/呼吸模式的相机、例如用于测量手术室中的环境噪声和/或医护人员的声音音调、环境的温度/湿度等的空间麦克风。

[0412] 在图8所示的时间线20265的以下描述中,还应当参考图5。图5提供了在外科手术中使用的各种部件。时间线20265描绘了在示例性结肠直肠外科手术的过程期间可以由护士、外科医生和其他医务人员单独地和/或共同地采取的步骤。在结肠直肠外科手术中,态势感知外科集线器20076可以在整个外科手术过程中从各种数据源接收数据,包括每次医

护人员 (HCP) 使用与外科集线器20076配对的模块化装置/器械20095时生成的数据。外科集线器20076可从配对的模块化装置20095接收该数据。外科集线器可从感测系统20069接收测量数据。外科集线器可以使用来自模块化装置/器械20095的数据和/或来自感测系统20069的测量数据,以在接收到新数据时连续地推导出关于HCP的压力水平和正在进行的手术的推断(即,情境信息),使得获得外科医生相对于正在执行的手术步骤的压力水平。外科集线器20076的态势感知系统可以执行以下项目中的一项或多项:记录与用于生成报告的手术相关的数据,验证医疗人员正在采取的步骤,(例如,经由显示屏)提供可能与特定手术步骤相关的数据或提示,基于情境调节模块化装置(例如,激活监测器、调节医学成像装置的FOV或改变超声外科器械或RF电外科器械的能量水平),或者采取本文所述的任何其他此类动作。在一个示例中,这些步骤可以由云系统20064的远程服务器20077执行,并且与外科集线器20076联系。

[0413] 作为第一步(为简洁起见未在图8中示出),医院工作人员可从医院的EMR数据库中检索患者的EMR。基于在EMR中选择的患者数据,外科集线器20076可确定待执行的手术是结肠直肠手术。工作人员可扫描用于手术的进入的医疗用品。外科集线器20076可与可在各种类型的手术中利用的用品列表交叉引用扫描的用品,并确认供应的混合物对应于结肠直肠手术。外科集线器20076可以与由不同HCP佩戴的感测系统20069中的每个感测系统配对。

[0414] 一旦每个装置准备就绪,并且术前准备工作完成,手术团队就可以开始切开并放置套管针。手术团队可以通过切开粘连(如有)并且识别肠系膜下动脉(IMA)分支来进行进入和准备。外科集线器20076可以至少基于其可以从RF或超声波发生器接收的数据(指示正在击发能量器械)来推断外科医生正在切开粘连。外科集线器20076可将所接收的数据与外科手术的检索步骤交叉引用,以确定在过程中的该点处(例如,在先前讨论的手术步骤完成之后)击发的能量器械对应于切开步骤。

[0415] 在切开之后,HCP可以进行该程序的结扎步骤(例如,由A1指示)。如图8所示,HCP可以通过结扎IMA开始。外科集线器20076可推断外科医生正在结扎动脉和静脉,因为其可以从前置能量钳口装置和/或内镜切割器接收指示器械正在被击发的数据。外科集线器还可从HCP感测系统中的一个感测系统接收指示HCP处于更高压力水平(例如,由时间轴上的B1标记指示)的测量数据。例如,可以通过HCP心率从基值的变化来指示更高的压力水平。与先前步骤相似,外科集线器20076可通过交叉引用来自外科缝合和切割器械的数据的接受与该过程中的检索步骤(例如,如A2和A3所示)来推导出该推论。外科集线器20076可在高压时间段期间监测前置能量钳口触发比率和/或内镜切割器夹钳和击发速度。在一个示例中,外科集线器20076可向前置能量钳口装置和/或内镜切割器装置发送辅助控制信号以在操作中控制该装置。外科集线器可以基于操作外科装置的HCP的压力水平和/或外科集线器已知的态势感知来发送辅助信号。例如,外科集线器20076可向前置能量装置或内镜切割器夹钳发送控制辅助信号,如图8中由A2和A3所示。

[0416] HCP可以进行到释放上乙状结肠的下一步骤,随后释放降结肠、直肠和乙状结肠。外科集线器20076可以继续监测HCP的高压力标记(例如,如由D1、E1a、E1b、F1所示)。在高压时间段期间,外科集线器20076可将辅助信号发送至前置能量钳口装置和/或内镜切割器装置,如图8所示。

[0417] 在动员结肠之后,HCP可以继续手术的分段切除术部分。例如,外科集线器

20076可以基于来自外科缝合和切割器械的数据(包括来自其仓的数据)推断HCP正在横切肠和乙状结肠切除。仓数据可对应于例如由器械击发的钉的大小或类型。由于不同类型的钉用于不同类型的组织,因此仓数据可指示正被缝合和/或横切的组织的类型。应当指出的是,外科医生根据手术中的步骤定期在外科缝合/切割器械和外科能量(例如,RF或超声)器械之间来回切换,因为不同的器械更好地适于特定任务。因此,其中使用缝合/切割器械和外科能量器械的顺序可指示外科医生正在执行的手术的步骤。

[0418] 外科集线器可以基于HCP的压力水平来确定控制信号并将该控制信号发送到外科装置。例如,在时间段G1b期间,控制信号G2b可以被发送到内镜切割器夹钳。切除乙状结肠后,切口被闭合,并且可以开始手术的术后部分。可逆转患者的麻醉。外科集线器20076可以基于附接到患者的一个或多个感测系统推断患者正在从麻醉中苏醒。

[0419] 图9是根据本公开的至少一个方面的具有外科医生/患者监测的计算机实现的交互式外科系统的框图。在一个方面,计算机实现的交互式外科系统可被配置成能够使用一个或多个感测系统20069来监测外科医生生物标志物和/或患者生物标志物。可以在外科手术之前、之后和/或期间测量外科医生生物标志物和/或患者生物标志物。在一个方面,计算机实现的交互式外科系统可被配置成能够监测和分析与各种外科系统20069的操作相关的数据,这些外科系统包括外科集线器、外科器械、机器人装置以及手术室或医疗设施。计算机实现的交互式外科系统可包括基于云的分析系统。基于云的分析系统可包括一个或多个分析服务器。

[0420] 如图9所示,基于云的监测和分析系统可包括多个感测系统20268(可以与感测系统20069相同或相似)、外科器械20266(可以与器械20031相同或相似)、多个外科集线器20270(可以与集线器20006相同或相似)以及外科数据网络20269(可以与图4所述的外科数据网络相同或相似),以将外科集线器20270耦接到云20271(可以与云计算系统20064相同或相似)。多个外科集线器20270中的每个外科集线器可通信地耦接到一个或多个外科器械20266。多个外科集线器20270中的每个外科集线器还可以经由网络20269通信地耦接到一个或多个感测系统20268以及计算机实现的交互式外科系统的云20271。外科集线器20270和感测系统20268可以使用如本文所述的无线协议通信地耦接。云系统20271可以是用于存储、处理、操纵和传送来自感测系统20268的测量数据以及基于各种外科系统20268的操作生成的数据的远程集中式硬件和软件源。

[0421] 如图9所示,可经由网络20269实现对云系统20271的访问,该网络可为互联网或一些其他合适的计算机网络。可耦接到云系统20271的外科集线器20270可被认为是云计算系统(例如,基于云的分析系统)的客户端侧。外科器械20266可与外科集线器20270配对,以用于控制和实现如本文所述的各种外科手术或操作。感测系统20268可以与外科集线器20270配对,用于外科手术中外科医生对外科医生相关生物标志物的监测、术前患者监测、术中患者监测或术后患者生物标志物监测,以跟踪和/或测量各种里程碑和/或检测各种并发症。环境感测系统20267可以与测量与外科医生或患者相关联的环境属性的外科集线器20270配对,以用于外科医生监测、术前患者监测、术中患者监测或术后患者监测。

[0422] 外科器械20266、环境感测系统20267和感测系统20268可包括有线或无线收发器,用于向和从其对应的外科集线器20270(其还可包括收发器)传输数据。外科器械20266、感测系统20268或外科集线器20270中的一者或多者的组合可以指示用于提供医疗操作、术前

准备和/或术后恢复的特定位置,例如手术室、重症监护室(ICU)房间或医疗设施(例如,医院)中的恢复室。例如,外科集线器20270的存储器可存储位置数据。

[0423] 如图9所示,云系统20271可包括一个或多个中央服务器20272(可与远程服务器20067相同或类似)、外科集线器应用服务器20276、数据分析模块20277和输入/输出(“I/O”)接口20278。云系统20271的中央服务器20272共同掌管云计算系统,该云计算系统包括监测客户端外科集线器20270的请求并管理云系统20271的处理能力以用于执行请求。中央服务器20272中的每一者可包括耦接到合适的存储器装置20274的一个或多个处理器20273,该存储器装置可包括易失性存储器诸如随机存取存储器(RAM)和非易失性存储器诸如磁存储装置。存储器装置20274可包括机器可执行指令,其在被执行时使处理器20273执行数据分析模块20277,以用于基于云的数据分析、对从感测系统20268接收的测量数据的实时监测、操作、建议和如本文所述的其他操作。处理器20273可独立地或结合由集线器20270独立地执行的集线器应用程序来执行数据分析模块20277。中央服务器20272还可包括可驻留在存储器20274中的聚集医疗数据数据库20275。

[0424] 基于经由网络20269到各种外科集线器20270的连接,云20271可以聚集来自各种外科器械20266生成的特定数据的数据和/或监测来自感测系统20268和与外科器械20266和/或感测系统20268相关联的外科集线器20270的实时数据。来自外科器械20266的这种聚集数据和/或来自感测系统20268的测量数据可以存储在云20271的聚集医疗数据库20275内。具体地,20271可以有利地跟踪来自感测系统20268的实时测量数据,和/或对测量数据和/或聚集数据执行数据分析和操作,以产生见解和/或执行单独集线器20270自身无法实现的功能。为此,如图9所示,云20271和外科集线器20270通信地耦接以传输和接收信息。I/O接口20278经由网络20269连接到多个外科集线器20270。这样,I/O接口20278可被配置成能够在外科集线器20270和聚集医疗数据数据库20275之间传输信息。因此,I/O接口20278可促进基于云的分析系统的读/写操作。可响应于来自集线器20270的请求来执行此类读/写操作。这些请求可通过集线器应用程序传输到外科集线器20270。I/O接口20278可包括一个或多个高速数据端口,其可包括通用串行总线(USB)端口、IEEE 1394端口,以及用于将云20271连接到外科集线器20270的Wi-Fi和蓝牙I/O接口。云20271的集线器应用服务器20276可被配置成能够托管由外科集线器20270执行的软件应用程序(例如,集线器应用程序)并向其提供共享能力。例如,集线器应用服务器20276可管理集线器应用程序通过集线器20270提出的请求、控制对聚集医疗数据数据库20275的访问以及执行负载平衡。

[0425] 本公开中描述的云计算系统配置可以被设计为解决在使用医疗装置(例如外科器械20266、20031)执行的医疗操作(例如,术前监测、术中监测和术后监测)和手术的情境下产生的各种问题。具体地,外科器械20266可为数字外科装置,该数字外科装置被配置成能够与云20271进行交互以用于实现改善外科手术的执行的技术。感测系统20268可以是具有一个或多个传感器的系统,这些传感器被配置成能够测量与执行医疗操作的外科医生和/或计划对其进行、正在对其进行或已经对其进行医疗操作的患者相关联的一种或多种生物标志物。各种外科器械20266、感测系统20268和/或外科集线器20270可包括人机界面系统(例如,具有触摸控制的用户界面),使得临床医生和/或患者可控制外科器械20266或感测系统20268与云20271之间的交互的各方面。也可使用用于控制的其他合适的用户界面,诸如听觉控制的用户界面。

[0426] 本公开中描述的云计算系统配置可以被设计成解决在使用感测系统20268在术前、术中和术后程序中监测与医护专业人员(HCP)或患者相关联的一种或多种生物标志物的情境中产生的各种问题。感测系统20268可以是外科医生感测系统或患者感测系统,其被配置成能够与外科集线器20270和/或与云系统20271交互,用于实施监测外科医生生物标志物和/或患者生物标志物的技术。各种感测系统20268和/或外科集线器20270可包括触摸控制的人机界面系统,使得HCP或患者可以控制感测系统20268与外科集线器20270和/或云系统20271之间的交互的各方面。也可使用用于控制的其他合适的用户界面,诸如听觉控制的用户界面。

[0427] 图10示出了根据本公开的示例性外科系统20280,并且可包括经由有线或无线连接通过局域网20292或云网络20293与控制台20294或便携式装置20296通信的外科器械20282。在各种方面,控制台20294和便携式装置20296可以是任何合适的计算装置。外科器械20282可包括柄部20297、适配器20285和加载单元20287。适配器20285可释放地耦接到柄部20297,并且加载单元20287可释放地耦接到适配器20285,使得适配器20285将力从驱动轴传递到加载单元20287。适配器20285或加载单元20287可包括设置在其中的测力计(未明确示出),以测量施加在加载单元20287上的力。加载单元20287可包括具有第一钳口20291和第二钳口20290的端部执行器20289。加载单元20287可以是原位加载或多次击发加载单元(MFLU),其允许临床医生多次击发多个紧固件,而无需将加载单元20287从外科部位移除以重新加载加载单元20287。

[0428] 第一钳口20291和第二钳口20290可被配置成能够将组织夹持在其间,击发紧固件穿过夹持的组织,并且切断夹持的组织。第一钳口20291可被配置成能够多次击发至少一个紧固件,或者可被配置成能够包括可替换的多次击发紧固件仓,其包括在被替换之前可被击发多于一次的多个紧固件(例如,钉、夹具等)。第二钳口20290可包括砧座,当紧固件从多次击发紧固件仓射出时,该砧座使紧固件变形或以其他方式固定紧固件。

[0429] 柄部20297可包括马达,该马达耦接至驱动轴以影响驱动轴的旋转。柄部20297可包括用于选择性地激活马达的控制接口。控制接口可以包括按钮、开关、杠杆、滑块、触摸屏和任何其他合适的输入机构或用户界面,可以由临床医生接合这些输入机构或用户界面来激活马达。

[0430] 柄部20297的控制接口可与柄部20297的控制器20298通信,以选择性地激活马达来影响驱动轴的旋转。控制器20298可设置在柄部20297内,并且被配置成能够接收来自控制接口的输入和来自适配器20285的适配器数据或来自加载单元20287的加载单元数据。控制器20298可分析来自控制接口的输入以及从适配器20285和/或加载单元20287接收的数据,以选择性地激活马达。柄部20297还可包括显示器,临床医生在使用柄部20297期间可查看该显示器。显示器可被配置成能够在击发器械20282之前、期间或之后显示适配器或加载单元数据的部分。

[0431] 适配器20285可包括设置在其中的适配器识别装置20284,并且加载单元20287可包括设置在其中的加载单元识别装置20288。适配器识别装置20284可与控制器20298通信,并且加载单元识别装置20288可与控制器20298通信。应当理解,加载单元识别装置20288可与适配器识别装置20284通信,该适配器识别装置将来自加载单元识别装置20288的通信中继或传送到控制器20298。

[0432] 适配器20285还可包括设置在其周围的多个传感器20286(示出了一个),以检测适配器20285或环境的各种状况(例如,适配器20285是否连接到加载单元、适配器20285是否连接到柄部、驱动轴是否旋转、驱动轴的扭矩、驱动轴的应变、适配器20285内的温度、适配器20285的击发次数、击发期间适配器20285的峰值力、施加到适配器20285上的力的总量、适配器20285的峰值回缩力、击发期间适配器20285的暂停次数等)。多个传感器20286可以以数据信号的形式向适配器识别装置20284提供输入。多个传感器20286的数据信号可以存储在适配器识别装置20284内,或者可以用于更新存储在适配器识别装置内的适配器数据。多个传感器20286的数据信号可以是模拟的或数字的。多个传感器20286可包括测力计,以测量在击发期间施加在加载单元20287上的力。

[0433] 柄部20297和适配器20285可被配置成能够经由电接口将适配器识别装置20284和加载单元识别装置20288与控制器20298互连。电接口可以是直接电接口(即包括彼此接合以在其间传输能量和信号的电触点)。附加地或另选地,电接口可以是非接触电接口,以在其间无线地传输能量和信号(例如,感应传输)。还可以设想,适配器识别装置20284和控制器20298可以经由与电接口分离的无线连接彼此无线地通信。

[0434] 柄部20297可包括收发器20283,其被配置成能够将来自控制器20298的器械数据传输到系统20280的其他部件(例如,LAN 20292、云20293、控制台20294或便携式装置20296)。控制器20298还可以将与一个或多个传感器20286相关联的器械数据和/或测量数据传输到外科集线器20270,如图9所示。收发器20283可从外科集线器20270接收数据(例如,仓数据、加载单元数据、适配器数据或其他通知)。收发器20283还可从系统20280的其他部件接收数据(例如,仓数据、加载单元数据或适配器数据)。例如,控制器20298可将器械数据传输到控制台20294,该器械数据包括附接到柄部20297的附接适配器(例如,适配器20285)的序列号、附接到适配器20285的加载单元(例如,加载单元20287)的序列号以及加载到加载单元的多次击发紧固件仓的序列号。此后,控制台20294可以将分别与附接的仓、加载单元和适配器相关联的数据(例如,仓数据、加载单元数据或适配器数据)传输回控制器20298。控制器20298可在本地器械显示器上显示消息,或者经由收发器20283将消息传输到控制台20294或便携式装置20296,以分别在显示器20295或便携式装置屏幕上显示消息。

[0435] 图11A至图11D示出了可穿戴感测系统(例如,外科医生感测系统或患者感测系统)的示例。图11A是可以基于电化学感测平台的基于眼镜的感测系统20300的示例。感测系统20300能够使用与外科医生或患者的皮肤接触的多个传感器20304和20305来监测(例如,实时监测)汗液电解质和/或代谢物。例如,感测系统20300可以使用与眼镜20302的鼻梁垫片集成的基于电流测定法的生物传感器20304和/或基于电位测定法的生物传感器20305来测量电流和/或电压。

[0436] 电流测定型生物传感器20304可用于测量汗液乳酸盐水平(例如,以mmol/L计)。乳酸盐是乳酸性酸中毒的产物,乳酸性酸中毒可能由于组织氧合减少而发生,组织氧合减少可能由败血症或出血引起。患者的乳酸盐水平(例如,>2mmol/L)可用于监测败血症的发作,例如在术后监测期间。电位测定型生物传感器20305可用于测量患者汗液中的钾水平。具有运算放大器的电压跟随器电路可用于测量参考电极和工作电极之间的电位信号。电压跟随器电路的输出可以进行滤波并使用ADC转换为数字值。

[0437] 电流测定型传感器20304和电位测定型传感器20305可以连接到放置在眼镜的每

个臂上的电路20303。电化学传感器可用于同时实时监测汗液乳酸盐和钾水平。电化学传感器可以丝网印刷在标签上并放置在眼镜鼻垫的每一侧上,以监测汗液代谢物和电解质。放置在眼镜架的臂上的电子电路20303可包括无线数据收发器(例如,低能耗蓝牙收发器),该无线数据收发器可用于将乳酸盐和/或钾测量数据传输到外科集线器或中间装置,该中间装置然后将测量数据转发到外科集线器。基于眼镜的感测系统20300可以使用信号调节单元来对从电化学传感器20305或20304产生的电信号进行滤波和放大,使用微控制器来对模拟信号进行数字化,以及使用无线(例如,低能耗蓝牙)模块来将数据传输到外科集线器或计算装置,例如,如图7B至图7D所述。

[0438] 图11B是包括传感器组件20312(例如,基于光电容积脉搏波描记法(PPG)的传感器组件或基于心电图(ECG)的传感器组件)的腕带型感测系统20310的示例。例如,在感测系统20310中,传感器组件20312可以收集和分析手腕中的动脉搏动。传感器组件20312可用于测量一种或多种生物标志物(例如,心率、心率变异性(HRV)等)。在具有基于PPG的传感器组件20312的感测系统的情况下,光(例如,绿光)可以穿过皮肤。一定百分比的绿光可以被血管吸收,并且一些绿光可以被光电检测器反射和检测。这些差异或反射与组织的血液灌注变化相关联,并且这些变化可用于检测心血管系统的心脏相关信息(例如,心率)。例如,吸收量可以根据血量而变化。感测系统20310可以通过测量随时间变化的光反射率来确定心率。HRV可以被确定为在峰值之前的最陡信号梯度之间的时间段变化(例如,标准偏差),称为心跳间隔(IBE)。

[0439] 在具有基于ECG的传感器组件20312的感测系统的情况下,一组电极可以被放置成与皮肤接触。感测系统20310可以测量放置在皮肤上的该组电极两端的电压以确定心率。在这种情况下,HRV可以被测量为QRS复合波中R峰之间的时间段变化(例如,标准偏差),称为R-R间隔。

[0440] 感测系统20310可以使用信号调节单元来对模拟PPG信号进行滤波和放大,使用微控制器来对模拟PPG信号进行数字化,以及使用无线(例如,蓝牙)模块来将数据传输到外科集线器或计算装置,例如,如图7B至图7D所述。

[0441] 图11C是示例性环形感测系统20320。环形感测系统20320可包括传感器组件(例如,心率传感器组件)20322。传感器组件20322可包括光源(例如,红色或绿色发光二极管(LED))和光电二极管以检测反射和/或吸收的光。传感器组件20322中的LED可以通过手指发光,并且传感器组件20322中的光电二极管可以通过检测血量变化来测量心率和/或血液中的氧水平。环形感测系统20320可包括用于测量其他生物标志物的其他传感器组件,例如用于测量表面体温的热敏电阻器或红外温度计。环形感测系统20320可以使用信号调节单元来对模拟PPG信号进行滤波和放大,使用微控制器来对模拟PPG信号进行数字化,以及使用无线(例如,低能耗蓝牙)模块来将数据传输到外科集线器或计算装置,例如,如图7B至图7D所述。

[0442] 图11D是脑电图(EEG)感测系统20315的示例。如图11D所示,感测系统20315可包括一个或多个EEG传感器单元20317。EEG传感器单元20317可包括放置成与头皮接触的多个导电电极。导电电极可用于测量由于脑内的神经元作用而可能在头外产生的小电位。EEG感测系统20315可以通过识别某些脑模式来测量生物标志物,例如谵妄,例如,后头部优势节律的减慢或消失以及对眼睛张开和闭合的反应性的丧失。环形感测系统20315可以具有用于

对电位进行滤波和放大的信号调节单元、用于对电信号进行数字化的微控制器以及用于将数据传输到智能装置的无线(例如,低能耗蓝牙)模块,例如,如图7B至图7D所述。

[0443] 图12示出了用于在外科手术之前、期间和/或之后监测一种或多种患者或外科医生生物标志物的计算机实现的患者/外科医生监测系统20325的框图。如图12所示,一个或多个感测系统20336可用于测量和监测患者生物标志物,例如,以促进患者在外科手术之前的准备以及在外科手术之后的恢复。感测系统20336可用于实时测量和监测外科医生生物标志物,例如,通过将相关生物标志物(例如,外科医生生物标志物)传送到外科集线器20326和/或外科装置20337以调节它们的功能来辅助外科任务。可以调节的外科装置功能可包括功率水平、推进速度、闭合速度、负载、等待时间或其他依赖于组织的操作参数。感测系统20336还可以测量与外科医生或患者相关联的一个或多个身体属性。可以实时测量患者生物标志物和/或身体属性。

[0444] 计算机实现的可穿戴患者/外科医生可穿戴感测系统20325可包括外科集线器20326、一个或多个感测系统20336以及一个或多个外科装置20337。感测系统和外科装置可以可通信地耦接到外科集线器20326。一个或多个分析服务器20338(例如,分析系统的一部分)也可以可通信地耦接到外科集线器20326。尽管描绘了单个外科集线器20326,但应当注意的是,可穿戴患者/外科医生可穿戴感测系统20325可包括任何数量的外科集线器20326,这些外科集线器可被连接以形成可通信地耦接到一个或多个分析服务器20338的外科集线器20326的网络,如本文所述。

[0445] 在一个示例中,外科集线器20326可以是计算装置。计算装置可以是个人计算机、膝上型电脑、平板电脑、智能移动装置等。在一个示例中,计算装置可以是基于云的计算系统的客户端计算装置。客户端计算装置可以是瘦客户端。

[0446] 在一个示例中,外科集线器20326可包括耦接到存储器20330的用于执行存储在其上的指令的处理器20327、用于存储一个或多个数据库(例如EMR数据库)的存储装置20331以及通过其将数据传输到分析服务器20338的数据中继接口20329。在一个示例中,外科集线器20326还可包括I/O接口20333,其具有用于接收来自用户的输入的输入装置20341(例如,电容式触摸屏或键盘)和用于向用户提供输出的输出装置20335(例如,显示屏)。在一个示例中,输入装置和输出装置可以是单个装置。输出可包括来自用户的查询输入的数据、对在给定手术中使用的产品或产品组合的建议和/或对外科手术之前、期间和/或之后要执行的动作的指令。外科集线器20326可包括用于将外科装置20337可通信地耦接到外科集线器20326的装置接口20332。在一个方面,装置接口20332可包括收发器,该收发器可使得一个或多个外科装置20337能够使用本文所述的有线或无线通信协议中的一者经由有线接口或无线接口与外科集线器20326连接。外科装置20337可包括例如动力缝合器、能量装置或它们的发生器、成像系统或其他连接系统,例如排烟器、抽吸冲洗装置、吹气系统等。

[0447] 在一个示例中,外科集线器20326可以可通信地耦接到一个或多个外科医生和/或患者感测系统20336。感测系统20336可用于实时测量和/或监测与执行外科手术的外科医生或正在进行外科手术的患者相关联的各种生物标志物。本文提供了由感测系统20336测量的患者/外科医生生物标志物的列表。在一个示例中,外科集线器20326可以可通信地耦接到环境感测系统20334。环境感测系统20334可用于实时测量和/或监测环境属性,例如,手术室中的温度/湿度、外科医生的移动、由外科医生和/或患者的呼吸模式引起的手术室

中的环境噪声等。

[0448] 当感测系统20336和外科装置20337连接到外科集线器20326时,外科集线器20326可从感测系统20336接收与一种或多种患者生物标志物相关联的测量数据、与患者相关联的身体状态、与外科医生生物标志物相关联的测量数据和/或与外科医生相关联的身体状态,例如,如图7B至图7D所示。外科集线器20326可以将例如与外科医生相关的测量数据与其他相关的术前数据和/或来自态势感知系统的数据相关联,以产生用于控制外科装置20337的控制信号,例如,如图8所示。

[0449] 在一个示例中,外科集线器20326可以将来自感测系统20336的测量数据与基于基线值、术前测量数据和/或在术中测量数据中定义的一个或多个阈值进行比较。外科集线器20326可以实时地将来自感测系统20336的测量数据与一个或多个阈值进行比较。外科集线器20326可以生成用于显示的通知。例如,如果测量数据超过(例如,大于或小于)所定义的阈值,则外科集线器20326可以向用于患者的人机界面系统20339和/或用于外科医生或HCP的人机界面系统20340发送用于递送的通知。该通知是否将被发送到用于患者的人机界面系统20339和/或用于HCP的人机界面系统2340中的一者或多者的确定可以基于与该通知相关联的严重程度级别。外科集线器20326还可以生成与用于显示的通知相关联的严重程度级别。所生成的严重程度级别可以显示给患者和/或外科医生或HCP。在一个示例中,待测量和/或监测(例如,实时测量和/或监测)的患者生物标志物可以与外科手术步骤相关联。例如,在胸外科手术的静脉和动脉横切步骤中要测量和监测的生物标志物可包括血压、组织灌注压、水肿、动脉硬度、胶原含量、结缔组织的厚度等,而在外科手术的淋巴结清扫步骤中要测量和监测的生物标志物可包括监测患者的血压。在一个示例中,可从存储装置20331中的EMR数据库检索关于术后并发症的数据,并且可由态势感知系统直接检测或推断关于钉或切口线渗漏的数据。外科手术结果数据可由态势感知系统根据从各种数据源接收的数据推断,这些数据源包括外科装置20337、感测系统20336以及与外科集线器20326连接的存储装置20331中的数据库。

[0450] 外科集线器20326可以将其从感测系统20336接收的测量数据和身体状态数据和/或与外科装置20337相关联的数据发射到分析服务器20338以在对其进行处理。分析服务器20338中的每个分析服务器可包括存储器和耦接到存储器的处理器,该处理器执行存储在其上的指令以分析所接收的数据。分析服务器20338可连接在分布式计算架构中和/或可利用云计算架构。基于该配对数据,分析系统20338可以确定各种类型的模块化装置的最佳和/或优选操作参数,生成对外科装置20337的控制程序的调整,并且将更新或控制程序传输(或“推送”)到一个或多个外科装置20337。例如,分析系统20338可以将其从外科集线器20326接收的围手术期数据和与外科医生或HCP的生理状态和/或患者的生理状态相关联的测量数据相关联。分析系统20338可以确定何时应当控制外科装置20337并且向外科集线器20326发送更新。外科集线器20326然后可将控制程序转发到相关外科装置20337。

[0451] 结合图5至图7D描述了关于计算机实现的可穿戴患者/外科医生可穿戴感测系统20325的额外细节,这些感测系统包括外科集线器30326、一个或多个感测系统20336以及可连接到其的各种外科装置20337。

[0452] 机器学习可以是监督的(例如,监督学习)。监督学习算法可通过训练数据集(例如,训练数据)来创建数学模型。训练数据可由一组训练示例组成。训练示例可包括一个或

多个输入和一个或多个加标志的输出。加标志的输出可用作监督反馈。在数学模型中,训练示例可由阵列或向量(有时称为特征向量)表示。训练数据可由构成矩阵的特征向量行表示。通过目标函数(例如,成本函数)的迭代优化,监督学习算法可学习可用于预测与一个或多个新输入相关联的输出的函数(例如,预测函数)。经适当训练的预测函数可确定可能并非训练数据的一部分的一个或多个输入的输出。示例性算法可包括线性回归、逻辑回归和神经网络。可通过监督学习算法解决的示例性问题可包括分类问题、回归问题等。

[0453] 机器学习可以是非监督的(例如,非监督学习)。非监督学习算法可在数据集上训练,该数据集可包含输入并且可在数据中找到结构。数据中的结构可类似于数据点的分组或聚类。因此,该算法可从可能尚未加标志的训练数据中学习。代替响应监督反馈,非监督学习算法可识别训练数据中的共性,并且可基于每个训练示例中存在或不存在此类共性来做出反应。示例性算法可包括先验算法、K均值、K近邻(KNN)、K中值等。可通过非监督学习算法解决的示例性问题可包括聚类问题、异常/异常值检测问题等

[0454] 机器学习可包括强化学习,该强化学习可能是机器学习的一个领域,该领域涉及可能软件代理可如何在环境中采取动作以最大化累积奖励的概念。强化学习算法可以不假定了解环境的精确数学模型(例如,由马尔可夫决策过程(MDP)表示),并且可在精确模型不可行时使用。强化学习算法可用于自主车辆或用于学习与人类对手玩游戏。

[0455] 机器学习可能是称为认知计算(CC)的技术平台的一部分,该平台可能构成诸如计算机科学和认知科学的各种学科。CC系统可能能够大规模学习、有目的地推理并与人类自然交互。通过可使用数据挖掘、视觉识别和/或自然语言处理的自学算法,CC系统可能能够解决问题并优化人工流程。

[0456] 机器学习的训练过程的输出可以是用于预测新数据集的结果的模型。例如,线性回归学习算法可以是成本函数,其可在训练过程期间通过调整线性预测函数的系数和常数来最小化线性预测函数的预测误差。当可达到最小值时,具有经调整系数的线性预测函数可被视为是经训练的并且构成训练过程已产生的模型。例如,用于分类的神经网络(NN)算法(例如,多层感知器(MLP))可包括由节点层网络表示的假设函数,这些节点分配有偏差并通过权重连接互连。假设函数可以是非线性函数(例如,高度非线性函数),其可包括嵌套在一起的线性函数和逻辑函数,其中最外层由一个或多个逻辑函数组成。NN算法可包括成本函数,以通过经由前馈传播和反向传播的过程调整偏差和权重来最小化分类误差。当可达到全局最小值时,经优化的假设函数及其经调整的偏差和权重层可被视为是经训练的并且构成训练过程已产生的模型。

[0457] 可执行针对机器学习的数据集合,作为机器学习生命周期的第一阶段。数据集合可包括诸如识别各种数据源、从数据源收集数据、整合数据等步骤。例如,为了训练机器学习模型来预测外科并发症和/或术后恢复率,可识别包含术前数据(诸如患者的医疗状况和生物标志物测量数据)的数据源。此类数据源可以是患者的电子医疗记录(EMR)、存储患者的术前生物标志物测量数据的计算系统、和/或其他类似的数据存储装置。可检索来自此类数据源的数据并将其存储在中央位置,以便在机器学习生命周期中进行进一步处理。来自此类数据源的数据可被链接(例如,逻辑链接)并且可被访问,如同它们被集中存储一样。可以类似地识别、收集手术数据和/或术后数据。此外,可整合所收集的数据。在示例中,患者的术前医疗记录数据、术前生物标志物测量数据、术前数据、手术数据和/或术后数据可被

组合成患者的记录。患者的记录可以是EMR。

[0458] 可执行针对机器学习的数据准备,作为机器学习生命周期的另一阶段。数据准备可包括数据预处理步骤,诸如数据格式化、数据清理和数据采样。例如,所收集的数据可能不是适合于训练模型的数据格式。在一个示例中,患者的术前EMR记录数据和生物标志物测量数据、手术数据和术后数据的整合数据记录可位于合理的数据库中。这样的数据记录可转换成平面文件格式以用于模型训练。在一个示例中,患者的术前EMR数据可包括文本格式的医疗数据,诸如患者的肺气肿诊断、术前治疗(例如,化疗、放疗、血液稀释剂)。这样的数据可映射为数值以用于模型训练。例如,患者的整合数据记录可包括个人标识符信息或者可识别患者的其他信息(诸如年龄、雇主、体重指数(BMI)、人口统计信息等)。这样的识别数据可在模型训练之前被删除。例如,识别数据可出于隐私原因而被移除。作为另一示例,数据可能会被删除,因为可用的数据可能比用于模型训练的数据更多。在这种情况下,可对可用数据的子集进行随机采样并选择该子集用于模型训练,并且可丢弃剩余数据。

[0459] 数据准备可包括数据变换程序(例如,在预处理之后),诸如缩放和聚集。例如,经预处理的数据可包括混合标度的数据值。可将这些值放大或缩小(例如,在0和1之间)以用于模型训练。例如,经预处理的数据可包括在聚集时具有更多含义的数据值。在一个示例中,患者之前可能接受过多次结直肠规程。对于训练模型以预测由于粘连引起的外科并发症而言,先前结直肠规程的总计数可能更有意义。在这种情况下,可将先前结直肠规程的记录聚集到总计数中以用于模型训练目的。

[0460] 模型训练可以是机器学习生命周期的另一方面。如本文所述的模型训练过程可取决于所使用的机器学习算法。模型在经过训练、交叉验证和测试后可被视为经过适当训练。因此,来自数据准备阶段的数据集(例如,输入数据集)可被划分成训练数据集(例如,输入数据集的60%)、验证数据集(例如,输入数据集的20%)和测试数据集(例如,输入数据集的20%)。在训练数据集上训练模型后,可对照验证数据集运行模型以减少过度拟合。如果在模型的准确度不断提高的情况下,在对照验证数据集运行模型时,模型的准确度下降,则这可能表明存在过度拟合问题。测试数据集可用于测试最终模型的准确度,以确定其是否准备好部署或可能需要更多训练。

[0461] 模型部署可以是机器学习生命周期的另一方面。模型可被部署为独立计算机程序的一部分。模型可被部署为较大计算系统的一部分。可将模型与模型性能参数一起部署。当模型用于对生产中的数据集进行预测时,此类性能参数可监测模型准确度。例如,此类参数可跟踪分类模型的假阳性和假阳性。此类参数还可存储假阳性和假阳性以供进一步处理以改善模型的准确度。

[0462] 部署后模型更新可以是机器学习周期的另一方面。例如,随着在生产数据上预测到假阳性和/或假阳性,可更新所部署的模型。在一个示例中,对于所部署的用于分类的MLP模型,当出现假阳性时,可更新所部署的MLP模型以增加用于预测阳性的可能截止值,从而减少假阳性。在一个示例中,对于所部署的用于分类的MLP模型,当出现假阴性时,可更新所部署的MLP模型以减少用于预测阳性的可能截止值,从而减少假阴性。在一个示例中,对于所部署的用于外科并发症分类的MLP模型,当假阳性和假阴性两者都出现时,可更新所部署的MLP模型以减少用于预测阳性的可能截止值,从而减少假阴性,因为预测假阳性可能不如预测假阴性那么重要。

[0463] 例如,随着越来越多的现场生产数据可用作训练数据,可更新所部署的模型。在这种情况下,可利用此类附加现场生产数据对所部署的模型进行进一步的训练、验证和测试。在一个示例中,经进一步训练的MLP模型的经更新的偏差和权重可能会更新所部署的MLP模型的偏差和权值。本领域技术人员认识到,部署后模型更新可能不是一次性发生的,并且可能以适于改善所部署的模型的准确度的频率发生。

[0464] 计算系统可执行学习行为,诸如使用人工智能和/或机器学习确定的学习行为。可提供诸如云计算系统的计算系统来提供学习和/或自适应系统行为,以改善本地数据集合算法和控制功能。计算系统可提供一个或多个可穿戴装置和/或传感器数据集合的机器学习自适应以改善可操作性。例如,可通过可使用机器学习的计算系统来改善可穿戴装置、传感器系统、外科系统等可操作性。

[0465] 计算系统可使用自适应学习算法(该自适应学习算法可以是基于云的)来聚集一个或多个数据流。计算系统可使用自适应学习算法来聚集来自数据集合的元数据。可使用机器学习和/或自适应学习算法来改善数据的处理、数据的传输、数据的存储。计算系统可使用机器学习来确定可在收集和/或处理来自一个或多个传感器馈送的数据时做出的一个或多个改善。例如,计算系统可使用机器学习改善的数据集合来产生改善的功率器械算法,该改善的功率器械算法可促成期望的结果,诸如手术结果。期望的结果(其可以是手术结果)可包括并发症减少、恢复率改善、假阳性感测问题少、机器学习和/或人工智能算法的学习周期更快、高级器械操作的创建等。

[0466] 计算系统可执行预测性或预后性模型生成。计算系统可生成对可穿戴装置的算法和/或控制的一个或多个改善,这可改善可能来自可穿戴装置的数据的相关性。计算系统可采用一种或多种机器学习技术来改善一个或多个感测到的数据流。

[0467] 计算系统可生成对一个或多个机器学习算法的学习效率和有效性的一个或多个改善。计算系统可采用机器学习来改善人工智能(AI)算法迭代。例如,计算系统可使用机器学习来改善另一机器学习算法的训练。

[0468] 计算系统可允许对基于机器学习领域(诸如连续机器学习)中的数据生成的随机数据集的用户输入(诸如用户反馈)。计算系统可生成随机数据集。所生成的随机数据集可改善用户或HCP运行程序的一轮(例如,每一轮)。HCP(诸如外科医生)可将他/她将所标记的设定为高风险、中风险或低风险。外科医生可基于该特定生成的数据集来标记他/她希望接收的通知级别和/或他/她是否希望以一种情况下相比另一种情况得到通知。另一HCP可处理该标记。随着时间的推移,来自患者(例如,实际患者)的数据集以及HCP(例如,外科医生)的机器教学和/或模型训练课程的活动水平可能出现一个或多个改善。可通过接收来自HCP的反馈来进行对模型的一个或多个改善,这可在HCP休息时、在外科手术之间、和/或在初始运行次数之后、在起动程序以教导系统时等情况下发生。在某一时刻,机器学习和/或数据集可从外科医生的输入转变为来自外科医生的验证,即机器学习模型可执行的适当通知和风险级别是正确的。计算系统可输出来自机器学习的关于如何对外科医生的输入做出反应的知识或理解的叠加。此类输出可指导确定是否需要更多的机器学习训练和/或教学课程。该输出可用作外科医生手下的住院医师和护士的教学工具,以直观地展示如何处理某些病例,并将输出与外科医生的输入叠加。在这种方法下,计算系统可最小化可能已被用来注释数据的通知和/或资源的过载。计算系统可为外科医生个性化机器学习,使得外科装置和/

或机器学习可针对外科医生而定制。

[0469] 计算系统可执行机器学习并可调整机器学习的灵敏度。计算系统可执行关于给定的一个或多个并发症和一个或多个预测的并发症的守恒量的动态学习。例如,关于机器是否正确,可将假阳性可与假阴性类似地加权,这可能影响机器学习算法。可调整假阴性的权重以在机器学习算法中进行仔细检查,以倾向于输出中的假阳性而不是可针对一个或多个并发症定制的假阴性。

[0470] 机器学习可用于生成一个或多个数据集。一个或多个数据集的生成可基于对机器学习可能不熟悉的区域、情况、情形等进行优先级排序。一个或多个数据集的生成可基于机器学习可能尚未见过的情形。因此,当可能出现这样的区域、情况和情形时,机器学习可生成数据集,可训练机器学习,或者可准备机器学习。

[0471] 计算系统可提供和/或执行对数据聚集的一个或多个改善。计算系统可提供和/或可执行对外科并发症、患者并发症、恢复里程碑等的预测。计算系统可采用机器学习来改善一个或多个患者监测措施。可执行感测和/或指示的机器学习自适应。可提供风险概率聚集。例如,风险概率聚集可用于选择系统响应。

[0472] 可提供机器学习数据库。机器学习数据库可包括数据集合、一个或多个人工智能模型等。机器学习所使用的数据可包括可与预测模型相关联或针对预测模型定制的一个或多个情境。例如,可生成术后小于3天时的机器学习模型。例如,可生成针对患有潜在病症的患者的机器学习模型。例如,可生成运动期间一个或多个生物标志物的机器学习模型。例如,可生成针对患有高血压的患者在进食时的一个或多个生物标志物的机器学习模型。

[0473] 计算系统可改善可穿戴里程碑、阈值和/或相互关系。由于可处理任何规程类型(例如,结直肠、减肥、胸部、妇科)的数据以用于规程步骤和器械使用,因此可穿戴设备的前体信息可被整合并且可允许机器学习系统识别可提供手术并发症(例如,一个或多个外科并发症)的指示的其他相互关联的可穿戴数据集。与数据相关联的阈值和算法可被下载到计算系统(例如,外科集线器),并且可通过计算系统发送到可穿戴设备,其中具有改善的阈值点监测算法以指示未来手术的并发症。

[0474] 计算系统可改善通信和互连方法。由于自动配对系统可识别可与其交互或者可不与其交互的系统,因此机器学习可识别系统与可穿戴设备交互或欺骗可穿戴设备以使其相信可穿戴设备已附接到可穿戴设备可与其交互并向其提供数据的系统的一种方式。示例性机器学习系统可包括分布式训练、Jupyter笔记本、持续集成/持续交付(CI/CD)、超参数优化、特征存储等。

[0475] 本文公开了用于提供机器学习的方法、系统和设备,该机器学习可用于改善人工智能算法,可减少用于训练人工智能算法的迭代。自适应学习算法可用于聚集一个或多个数据流。自适应学习算法可用于从数据集合生成和/或确定元数据。自适应学习算法可用于处理数据、确定传输数据的有效方式、确定存储数据的有效方式等。自适应学习可用于确定来自先前机器学习分析的一个或多个改善。传感器馈送、数据馈送和/或生物标志物馈送的收集和/或处理的改善可用于产生改善的功率器械算法。例如,改善可用于基于期望的结果(例如,手术结果)产生改善的功率器械算法。

[0476] 可使用一种用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的计算系统和/或方法。该计算系统可包括处理器,该处理器可执行该方法。可确定包括一个或多个生物标志物

的数据集合。该数据集合和/或该一个或多个生物标志物可指示外科装置的操作行为可能未达最佳。可使用机器学习和该数据集合来确定模型。该模型可优化和/或改善外科装置的操作行为以改善手术结果。可使用由医护人员 (HCP) 给出的反馈来更新该模型以改善该模型。可使用该模型和该集合数据来生成控制程序更新。该控制程序更新可被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作该外科装置的方式。可将该控制程序更新发送到该外科装置。

[0477] 可使用一种用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的计算系统和/或方法。该计算系统可包括处理器,该处理器可执行该方法。可根据包括一个或多个生物标志物的数据集合确定外科装置的操作行为可能未达最佳。可使用机器学习和该数据集合来确定模型,该模型优化和/或改善该外科装置的该操作行为并可预测外科并发症。可使用由医护人员 (HCP) 给出的反馈来更新该模型以改善该模型。可使用该模型和该数据集合来生成该控制程序更新。该控制程序更新可被配置成能够改变控制程序可在外科手术期间操作该外科装置的方式,以防止该外科并发症。可将该控制程序更新发送到该外科装置。

[0478] 可使用一种用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的计算系统和/或方法。该计算系统可包括处理器,该处理器可执行该方法。可使用来自感测系统的外科装置数据和生物标志物来确定外科装置的操作行为可能未达最佳。可使用机器学习、该外科装置数据和该生物标志物来确定模型,该模型优化和/或改善外科装置的该操作行为以改善该手术结果。可使用由医护人员 (HCP) 给出的反馈来更新该模型以改善该模型。可使用该生物标志物和该外科装置数据来生成控制程序更新。该控制程序更新可被配置成能够改变控制程序可在外科手术期间操作该外科装置的方式。可将控制程序更新发送到外科装置。

[0479] 可从各种数据源生成机器学习模型,这些数据源诸如患者EMR数据、术前生物标志物测量数据、手术生物标志物测量数据、手术传感器测量数据、术后生物标志物测量数据和生物标志物传感器阈值数据。机器学习模型可预测与患者的外科手术相关的外科并发症和/或术后恢复里程碑。

[0480] 例如,此类机器学习模型可使用可与计算系统连接的数据源在计算系统(例如,外科集线器)处本地地创建和训练。

[0481] 例如,机器学习模型可由一组互连的计算系统(例如,外科集线器)创建和/或训练,该组互连的计算系统可位于物理位置处(例如,在手术室中)。使用可由一组计算系统收集的数据源来创建和/或训练机器学习模型。一组互连的计算系统可彼此通信以检测另一计算系统上未使用的处理容量和/或未使用的数据存储能力,并且可将处理任务分配给未充分利用的计算系统。处理任务可包括数据集合、数据准备、模型训练、模型验证和/或模型测试。

[0482] 本文公开的实施方案可使用分布式处理。分布式处理可由可位于手术室中的第一计算系统来协调。第一计算系统可指导第二计算系统。可使用对等通信协议来协调分布式处理。

[0483] 机器学习模型可在服务器、云系统等处创建和/或训练。已训练了机器学习模型的云系统可与一个或多个计算系统连接,该一个或多个计算系统可位于各种地理位置。云计算系统可向一个或多个计算系统提供对一个或多个数据源的访问。

[0484] 一个或多个感测系统可位于手术室中并且可用于分配传感器测量数据的处理。例

如,第一感测系统可能不具有足够的容量来本地处理测量数据,并且可能依赖于第二感测系统和/或计算系统来处理测量数据。在一个示例中,第一感测系统和/或第一计算系统可能能够检测可能具有未使用的处理容量的第二计算系统和/或第二感测系统。并且第一感测系统和/或第一计算系统可将处理分配给第二计算系统和/或第二感测系统。例如,手术室中的第一外科集线器可确定手术室中的第二外科集线器可能具有未使用的处理容量,并且第一外科集线器可将一个或多个处理任务分配给第二外科集线器。

[0485] 计算系统(例如,外科集线器)可在外科手术期间调整感测系统的数据采样率和/或数据精度。例如,在规程步骤中,计算系统可确定来自感测系统A的生物标志物测量数据的数据采样率和/或数据精度可能不必保持与前一规程步骤的数据采样率和/或数据精度相同。在这种情况下,计算系统可请求感测系统A降低数据采样率和/或数据精度。计算系统可确定来自感测系统B的生物标志物测量数据更相关。计算系统可请求感测系统A提高数据采样率和/或数据精度。感测系统B可能具有足够的处理容量来提高数据采样率和/或数据精度。感测系统B可能具有不足的处理容量,并且可与感测系统A和/或与计算系统共享处理任务。

[0486] 计算系统可基于机器学习模型的预测来提高外科手术期间感测系统的数据采样率和/或数据精度。在一个示例中,可创建和/或训练机器学习模型以预测外科并发症的概率。在这样的示例中,机器学习模型可预测外科并发症的概率。基于外科并发症的预测概率,计算系统可基于感测系统C的生物标志物测量数据与预测并发症的相关性来确定请求感测系统C提高其数据采样率和/或数据精度。该请求可以是将心率变异性测量从每分钟一次测量(例如,在Apple Watch上)扩大到每秒一次测量。该请求可以是将心率变异性测量结果从小数点后一位扩大到小数点后三位。该请求可以是将心率变异性测量结果的复杂度从平均分数扩大到具有相关联的标准偏差的平均分数。

[0487] 响应于提高数据采样率、数据精度和/或数据复杂度的请求,感测系统C可根据请求提高数据采样率、数据精度和/或数据复杂度。由于可能更频繁地收集数据,因此感测系统C可能不具有足够的处理容量来提高数据采样率、数据精度和/或数据复杂度。随着更多数据被收集,传感系统C可能不具有足够的处理容量来提高数据采样率、数据精度和/或数据复杂度。感测系统C可向计算系统指示感测系统C可能缺乏处理容量,并且计算系统可请求感测系统C将未经处理的原始测量数据传输到计算系统以供在计算系统处进一步处理。计算系统请求一个或多个其他感测系统(例如,感测系统A和/或感测系统B)降低数据采样率和/或数据精度以减少可在手术室内使用的带宽量。(例如,减轻潜在的通信带宽瓶颈)。

[0488] 图13描绘了用于应用机器学习来改善一个或多个可穿戴设备的算法和/或控制的框图。

[0489] 计算系统29201可包括计算硬件,该计算硬件包括处理器、存储器、输入/输出子系统等。处理器可被配置(经由专用硬件、软件、固件等)为变换所接收的数据并且导出用于输出的情境化。例如,处理器可包括微处理器、微控制器、FPGA和专用集成电路(ASIC)、片上系统(SoC)、数字信号处理(DSP)平台、实时计算系统等。例如,处理器可被配置成能够实现如本文所公开的计算功能和/或模块。例如,处理器可被配置用于聚集和/或过滤29214、机器学习29218、情境变换29222(例如,包括实时术中处理)、人工智能模型29216、患者分析29224、可穿戴控制程序29220、可穿戴装置数据集29226等。

[0490] 计算系统29201可以是适于处理传感器、健康记录数据、EMR数据、用户输入、训练机器学习模型、部署机器学习模型、创建机器学习模型等的任何装置。计算系统29201可以是适于使用机器学习模型来确定和/或预测一个或多个手术结果、一个或多个外科并发症等的任何装置。

[0491] 计算系统29201可以是适于变换数据并导出计算数据(诸如计算数据集合29226)以供输出的任何装置。计算数据集合29226可包括情境化数据。计算数据集合29226可包括预测、机器学习模型和人工智能模型、术前数据、手术数据、术后数据、生物标志物、传感器测量结果等。计算数据集合29226可包括情境化数据,该情境化数据可包括情境。例如,情境可以是与传感器测量结果的理解和/或解释相关的附加信息。例如,情境可包括术前和/或治疗前基线。例如,情境可包括不正确连接和/或不正确操作的外科和/或感测系统的态势感知。例如,情境可包括对产品、外科计划和/或裕度的调整。

[0492] 计算系统29201可与适于实现本文所公开的功能的任何方法结合。例如,计算系统29201可被结合成独立的计算系统。例如,计算系统可结合到诸如在图1中所公开的外科集线器中。例如,计算系统29201可结合到感测系统本身中(例如,感测术前数据和手术数据两者并提供情境化数据作为输出)。例如,计算系统29201可结合到外科装置本身中(例如,接收术前数据、手术数据和术后数据并提供计算数据、情境化数据和/或警告作为输出)。

[0493] 可提供数据集合,诸如数据集合29200。机器学习可使用数据集合,诸如数据集合29200。机器学习可使用数据集合29200来训练模型、验证模型、确定模型等。

[0494] 数据集合29200可包括一个或多个数据源。例如,数据集合29200可包括术前数据集合、手术数据集合、术后数据集合、情境化手术数据集合等。数据集合29200可包括一个或多个生物标志物。一个或多个生物标志物可来自一个或多个计算系统、外科感测系统、可穿戴装置、显示器、外科器械、外科装置、传感器系统、装置等。数据集合29200可包括患者的电子医疗记录、患者的数据、其他患者的数据、关于过去规程的数据、关于规程研究的数据、医疗数据、来自医护人员的指令、外科手术的计划等。

[0495] 数据集合29200可包括来自一个或多个数据源的数据。例如,这些源可包括手术计划数据库29206、EMR 29210、感测系统29202、外科系统和外科装置29204、可穿戴装置29208以及来自HCP 29212的数据。

[0496] 数据集合29204可包括术前数据集合。术前数据集合可包括来自一个或多个数据源的数据。术前数据集合可包括与患者相关的数据,该数据可在外科手术之前被记录。术前数据集合可包括一个或多个生物标志物,该一个或多个生物标志物可能已在外科手术之前为患者记录。例如,可在外科手术之前为患者记录患者的心率和血糖水平。

[0497] 术前数据集合可包括来自感测系统29202(诸如术前感测系统)的数据。术前感测系统可包括适合于在外科手术之前、期间或之后感测和呈现可能相关的患者参数和/或生物标志物的硬件和软件装置的任何配置。此术前感测系统可包括本文所公开的感测和监测系统任一者,包括非受控患者监测系统、受控患者监测系统等。例如,术前感测系统可包括可穿戴患者传感器系统。术前感测系统可提供适于建立患者生物标志物的基线的数据,以用于在外科手术期间和/或之后的情境确定。术前感测系统可结合有感测系统20001或被结合到该感测系统中,如图1B所示。

[0498] 术前数据集合可包括来自可穿戴装置29208的数据。可穿戴装置29208可包括适合

于在外科手术之前、期间或之后感测和呈现可能相关的患者参数和/或生物标志物的硬件和软件装置的任何配置。此类系统可由患者在手术之前、在医疗设施内部和外部使用任意时间量。为了说明,经由非受控患者监测系统,患者可在外科程序之前在家使用可穿戴的心脏相关传感器四周。以及/或者,经由受控患者监测系统,HCP可在患者即将进行外科手术之前准备好的时间期间使用设施装备监测相同和/或类似的生物标志物。例如,可穿戴装置29208可提供适于建立患者生物标志物的基线的数据,以用于在外科手术期间和/或之后的情境确定。例如,可穿戴装置29208可包括本文公开的可穿戴装置中的任一可穿戴装置,诸如参考图1B的可穿戴装置。

[0499] 术前数据集合可包括手术计划29206。手术计划29206可包括与健康规程相关(例如,考虑到特定患者和/或设施与健康规程相关)的任何数据源。手术计划29206可包括指示期望的最终结果、要采用的外科策略、手术后勤等的结构化数据。手术计划29206可包括要使用的装备和/或要使用的技术的记账。手术计划29206可包括命令。手术计划29206可包括时间线。结构化数据可包括与对应值相关联的定义字段和/或数据标签。结构化数据可包括与外科手术的一个或多个过程(例如,外科手术步骤)相关联的代码。

[0500] 术前数据集合可包括EMR 29210。EMR 29210可包括考虑到健康规程诸如外科手术而与患者相关的任何数据源。EMR 29210可包括诸如过敏和/或不良药物反应、慢性疾病、家族病史、疾病和/或住院治疗、成像数据、实验室测试结果、药物和剂量、处方记录、外科手术和其他规程的记录、疫苗接种、日常生活观察、由感测系统29202收集的信息(例如,术前数据)、由可穿戴装置29208收集的信息等的信息。

[0501] 术前数据集合可包括来自术前医护人员(诸如HCP 29212)的数据。来自HCP 29212的数据可包括与术前感测系统、患者记录、手术计划等相关的任何数据。来自HCP 29212的数据可包括与计算系统(诸如计算系统29201)的操作、配置和/或管理相关的数据。例如,来自HCP 29212的数据包括可被提供给机器学习模块(诸如机器学习29218)的反馈。来自HCP 29212的数据可包括手动输入可能不是针对相关源直接接收的数据(诸如手动输入手动获取的生物标志物读数)。

[0502] 数据集合29294可包括手术数据集合。手术数据集合可包括来自一个或多个数据源的数据。手术数据集合可包括可在外科手术期间记录的可与患者相关的数据。手术数据集合可包括在外科手术期间已为患者记录的一个或多个生物标志物。例如,可在外科手术期间为患者记录患者的心率和血糖水平。

[0503] 手术数据集合可包括一个或多个数据源。手术数据集合可包括来自感测系统29202、HCP 29212、外科系统和外科装置29204以及可穿戴装置29208的数据。

[0504] 手术数据集合可包括来自感测系统29202(诸如外科感测系统)的数据。外科感测系统可包括适于感测和呈现在外科手术期间可能相关的患者生物标志物的硬件和软件装置的任何配置。外科感测系统可包括本文所公开的感测和监测系统,包括受控患者监测系统、外科医生监测系统、环境感测系统等。

[0505] 手术数据集合可包括来自可穿戴装置29208的数据。可穿戴装置29208可包括适合于在外科手术之前、期间或之后感测和呈现可能相关的患者参数和/或生物标志物的硬件和软件装置的任何配置。此类系统可由患者在手术之前、在医疗设施内部和外部使用任意时间量。为了说明,经由非受控患者监测系统,患者可在外科手术期间使用可穿戴心脏相关

传感器。以及/或者,经由受控患者监测系统,HCP可在患者外科手术的时间期间使用设施装备监测相同和/或类似的生物标志物。例如,可穿戴装置29208可提供适于在外科手术期间和/或外科手术之后在情境确定中使用的数据。例如,可穿戴装置29208可包括本文公开的可穿戴装置中的任一可穿戴装置,诸如参考图1B的可穿戴装置。

[0506] 外科系统和外科装置29204可包括任何适于提供例如关于其配置、使用和/或当前条件和/或状态的操作数据的外科装备。外科系统和外科装置29204可包括手术室中的装备。例如,外科系统和外科装置29204可包括在手术室中采用的任何装备,诸如参考图1、图7A、图10以及贯穿本申请所公开的装备。外科系统和外科装置29204可包括一般性质的外科固定装置,诸如手术台、照明、麻醉装备、机器人系统和/或生命维持装备。外科系统和外科装置29204可包括可与即将进行的规程相关的外科固定装置,诸如成像装置、外科缝合器、能量装置、内镜切割器夹钳等。例如,外科系统和外科装置29204可包括动力缝合器、动力缝合器发生器、能量装置、能量装置发生器、手术室成像系统、排烟器、抽吸-冲洗装置、吹气系统等中的一者或多者。

[0507] 外科系统和外科装置29204可包括外科器械、外科可视化系统、监视器、声音系统、能量装置、可穿戴设备等中的至少一者。例如,外科系统可包括外科集线器。例如,外科系统可包括外科缝合器。例如,外科系统可包括例如内切割器。来自外科器械的数据可包括外科器械参数。外科器械参数可包括例如外科器械功率。来自手术可视化系统的数据可包括外科器械相对于患者外科部位和/或器官的位置。例如,数据可包括外科缝合器与附近的重要器官之间的距离。

[0508] 手术数据集合可包括来自手术HCP(诸如HCP 29212)的数据。来自HCP 29212的数据可包括与外科感测系统、可穿戴装置、外科系统、机器学习、患者分析、外科装置控制程序、可穿戴控制程序、情境变换、人工智能模型等相关的任何数据。例如,HCP 29212可提供可与外科系统和外科装置29204、可穿戴装置29208、感测系统29202、机器学习29218等相关联的数据。例如,HCP 29212可提供可触发与情境变换29222和/或机器学习29218的交互的数据。来自HCP 29212的数据可包括手动输入未针对任何相关源直接接收的数据(诸如手动输入手动获取的生物标志物读数)。

[0509] 从数据集合29200所接收的数据可经受聚集和/或过滤29214。聚集和/或过滤29214可对从数据集合29200所接收的数据执行预处理。聚集和/或过滤29214可用于准备和格式化数据以供计算系统29201使用。例如,聚集和/或过滤29214可准备要由机器学习29218、情境变换29222、人工智能模型29218、患者分析29224、可穿戴数据集合29226和可穿戴控制程序29220处理的数据。

[0510] 通过聚集和/或过滤29214处理从数据集合29200所接收的数据可包括过滤(例如,从来自术前感测系统的数据流中选择传感器数据)。聚集和/或过滤29214可使用过滤来帮助抑制来自数据集合29200的数据中的噪声。聚集和/或过滤29214可使用一种方法来建立来自数据集合29200的生物标志物的基线。聚集和/或过滤29214可对来自数据集合29200的数据执行时间映射(例如,使来自不同源的接收值在时间上彼此对齐)。时间映射可能有助于相关性和比率分析,这可能发生在情境变换29222中。

[0511] 聚集和/或过滤29214可转换来自数据集合29200的数据。数据的转换可包括协调格式、协调数据类型、从一种格式转换到另一种格式、从一种数据类型转换到另一种数据类

型、考虑数据源数据格式之间的差异以及考虑另一模块所期望的数据类型(诸如机器学习29218)。转换可包括将数据转换成适于机器学习、适于人工智能模型、适于患者分析、适于由外科装置控制程序使用和/或适于由可穿戴控制程序使用的格式。

[0512] 情境变换29222可用于为来自数据集合29200的数据提供情境。例如,情境变换29266可将数据变换成情境化手术数据。为了说明,作为输入,情境变换可接收手术数据,该手术数据包括例如测量时间、传感器系统标识符和传感器值。情境变换29222可输出情境化手术数据。情境变换29222可输出可由机器学习29218、患者分析29224、可穿戴控制程序29220、可穿戴装置数据集合29226和人工智能模型29216修改和/或增强的数据。

[0513] 情境变换29222可确定和/或存储可能相关的数据。情境变换29222可确定数据如何相关。例如,情境变换29222可确定来自手术数据集合的数据可与来自术前数据集合的数据相关。情境变换29222可确定数据的情境。情境,例如与传感器测量结果的当前理解和/或解释相关的附加信息。

[0514] 计算数据集合29266可由机器学习29218来确定和/或生成。例如,机器学习29218可从数据集合29200接收数据,可应用机器学习模型,并且可使用机器学习模型来生成计算数据集合29226。

[0515] 计算数据集合29226可包括可由机器学习模型扩充和/或增强的一个或多个生物标志物。例如,可使用机器学习模型来修改一个或多个生物标志物以使一个或多个生物标志物更准确。计算数据集合29226可包括可与患者、手术结果、诊断、发病率等相关联的一个或多个预测和/或概率。

[0516] 计算数据集合29226可包括来自HCP(诸如HCP 29212)的反馈。该反馈可以是关于人工智能模型的训练、生物标志物的准确度、预测的准确度、可穿戴装置的控制程序的修改、外科装置的控制程序的修改等。例如,计算数据集合29226可包括反馈,该反馈指示当外科装置与由人工智能模型生成的修改的控制程序一起使用时,人工智能模型可改善手术结果。计算数据集合29226可包括相关性分析(例如,建立来自数据集合29200的生物标志物之间和/或之中的关系的基线)。

[0517] 计算数据集合29226可包括情境,例如与传感器测量的当前理解和/或解释相关的附加信息。例如,情境可包括术前和/或治疗前基线。例如,情境可包括不正确连接和/或不正确操作的外科和/或感测系统的态势感知。例如,情境可包括对产品、外科计划和/或裕度的调整。计算数据集合29226可包括发送到外科系统和外科装置29204、可穿戴装置29208、感测系统29202、手术计划29206、EMR 29210和/或HCP 29212或从它们所接收的数据。计算数据集合29226可由机器学习29218、情境变换29222、人工智能模型29216、患者分析29224、可穿戴控制程序29220和/或它们的任何组合来创建、修改、接收和/或发送。

[0518] 计算数据集合29226可包括可提供情境的数据。情境可包括可能已由机器学习29218创建和/或确定的附加信息,该机器学习可将生物标志物置于针对医护人员的特定情境中。例如,计算数据集合29226可包括关于传感器值的基线值的指令和/或信息、偏差的警告、来自患者记录的相关信息、手术的程序元件的相关信息、外科装置设置、和/或医护人员在传感器测量本身的时刻可能发现相关的任何信息。计算数据集合29226可包括一个或多个数据标签。数据标签可包括记录数据(指示特定变换或其他处理已发生)。

[0519] 计算数据集合29226可包括可由HCP 29212提供并且可能已由机器学习29218修改

和/或扩充的数据。例如,HCP 29212可提供关于由机器学习29218提供的数据的反馈。计算数据集合29226可包括可被发送到HCP 29212的数据。例如,HCP 29212可接收由机器学习29218提供的数据。来自HCP 29212的数据可包括与外科感测系统、可穿戴装置、外科系统、机器学习、患者分析、外科装置控制程序、可穿戴控制程序、情境变换、人工智能模型等相关的任何数据。

[0520] 计算数据集合29226可包括来自可穿戴装置29208的数据。例如,装置可从可穿戴装置29208接收,并且可由机器学习29208处理。机器学习29218可修改从可穿戴装置29208所接收的数据,并且可将该数据作为计算数据集合29226。机器学习29208可扩充从可穿戴装置29208所接收的数据。例如,从29208所接收的一个或多个生物标志物可由机器学习29218通过扩充一个或多个生物标志物来改善。

[0521] 机器学习29218可创建、生成、训练和/或确定人工智能(AI)模型。AI模型可被存储在AI模型29216中。机器学习29218可使用数据集合29200来创建、生成、训练和/或确定人工AI模型。机器学习29218可使用一个或多个AI模型来生成数据,诸如计算数据集合29226。

[0522] 机器学习29218可使用数据集合29200来创建和/或训练可穿戴装置29208的模型。机器学习29218可创建、训练、生成和/或确定模型以改善可穿戴装置29208的算法或控制。例如,机器学习29218可使用来自数据集合29200的数据来训练模型。该模型可指示可改善可穿戴装置29208的操作。该模型可确定可穿戴装置29208的一个或多个参数,可调整该一个或多个参数以改善可穿戴装置29208的操作。该模型可确定可创建、更新或修改可穿戴控制程序(该可穿戴控制程序可以是与可穿戴装置29208相关联的固件)以改善可穿戴装置29208的操作。机器学习29218可确定使用数据集合29200来训练模型,并且可将该模型部署到可穿戴装置29208以改善可穿戴装置29208的操作,诸如可穿戴装置29208预测外科并发症和/或测量一个或多个生物标志物的能力。

[0523] 机器学习29218可准备来自数据集合29200的数据(其可由聚集和过滤29214处理)。例如,机器学习29218使用一个或多个机器学习算法来准备用于情境变换29222、计算数据集合29226、患者分析29224、可穿戴控制程序29220和AI模型29216的数据。

[0524] 在一个示例中,机器学习29218可创建数据字段并将该数据字段附加到数据集中的每个数据记录。该数据字段可指示在根据从外科系统和外科装置29204所收集的手术数据导出的相应外科手术期间是否已存在外科并发症。该数据字段可充当期望的输出标志,用于利用监督机器学习来训练外科可穿戴AI模型(诸如来自AI模型29216和/或机器学习29218的模型),以用于调整可穿戴控制程序29220,该可穿戴控制程序可被部署到可穿戴装置29208。

[0525] 机器学习29218可针对与可穿戴装置29208相关联的可穿戴装置AI模型和/或可穿戴控制程序执行模型训练、模型验证、模型测试。例如,机器学习29218可训练基于决策树算法的可穿戴AI模型。本领域技术人员将认识到,可使用任何其他合适的机器学习算法来构建和/或训练模型。该模型可学习当作为患者分析过程的一部分,至少两种情况发生时(诸如可能在患者分析29224中发生)出现外科出血并发症(例如,在解剖/动员规程步骤处)的模式(除其他模式外)。一种情况可以是来自可穿戴装置29208的术前数据可指示以下中的至少一者:心率升高到高于阈值、血压高于阈值、血液pH低于阈值、或水肿测量结果高于阈值。一种情况可以是来自可穿戴装置29208的手术数据符合使用术前数据识别的另一种情

况。

[0526] AI模型29216可以是一个或多个模型的数据库。AI模型29216可以是可执行一个或多个模型的软件模块。AI模型29216可包括可能已由机器学习29218创建、生成和/或确定的一个或多个模型。AI模型29216可包括可能已由机器学习29218或可由该机器学习训练的一个或多个模型。AI模型29216可包括可被部署到机器学习29218、可穿戴装置29208、外科系统和外科装置29204以及感测系统29202的一个或多个模型。

[0527] AI模型29216可包括可能特定于情境的模型。例如, AI模型29216可包括可预测患有高血压的患者的外科并发症的第一模型, 并且AI模型29216可包括可预测血压正常的患者的外科并发症的第二模型。

[0528] 机器学习29218可被配置成能够更新可穿戴控制程序29220, 该可穿戴控制程序可被发送到可穿戴装置29208。机器学习29218可运行模型, 该模型可确定可能需要更新与29208相关联的可穿戴控制程序以监测患者, 从而检测和/或防止外科并发症。例如, 该模型可确定外科手术(例如, 乙状结肠切除术规程)可能已经进入解剖/动员规程步骤。可确定与可穿戴装置29208相关联的可穿戴控制程序可被更新以增加数据采样率(例如, 从每分钟一次增加到每秒一次)。对可穿戴控制程序的更新可由机器学习29218和/或由可穿戴控制程序29220生成并且可被发送到可穿戴装置29208。更新可以是增加数据采样率(例如, 从每分钟一次增加到每秒一次)。机器学习29218可被配置成能够当检测到乙状结肠切除术规程已进入访问规程步骤时, 发送对用于第二可穿戴装置的第二可穿戴控制程序的更新(例如, 被配置用于测量生物标志物以确定组织厚度不规则性)。对第二可穿戴控制程序的更新可以是降低数据采样率(例如, 从每五秒一次降低到每分钟一次)。

[0529] 当AI模型已被部署到可穿戴装置时(例如, 作为生产中的机器学习29218的一部分), 与外科并发症(例如, 出血并发症)相关的生物标志物测量数据可被发送到HCP 29212, 以便为HCP 29212配备相关性较高的数据, 以防止/减轻潜在的出血并发症。附加地, 这样的AI模型可防止报告可能与出血并发症不相关的生物标志物测量数据以减少对HCP 29212相关性较低的数据的干扰。

[0530] 患者分析29224可包括分析模型。例如, 分析模型可包括计算机实现的软件、一系列参数或概率。分析模型可包括人工智能模型。可训练人工智能模型。例如, 可在机器学习29218处训练AI模型。可训练分析模型以识别数据集(诸如数据集合)内的模式。可部署分析模型。可部署分析模型以将所识别的模式应用于数据(诸如生物标志物), 以在无需人工指导的情况下改善性能。分析模型可被部署为计算机实现的程序。分析模型可被部署为较大计算系统的一部分。可将分析模型与模型性能参数一起部署。

[0531] 在一个示例中, 分析模型可被部署到嵌入式装置, 诸如可穿戴设备。分析模型可分析所接收的数据, 诸如传入患者数据。分析模型可执行分析。分析模型可基于所接收的患者数据来执行分析。该分析可生成输出, 该输出包括但不限于诊断、通知、外科并发症等。例如, 可穿戴设备可使用分析模型来分析传入心率数据。可穿戴设备可基于分析模型和心率数据来确定心率指示败血症。可穿戴设备可基于所指示的败血症向HCP发送通知。

[0532] 图14描绘了用于应用机器学习来改善人工智能算法和/或用于人工智能算法的学习迭代的框图。计算系统29242可包括计算硬件, 该计算硬件包括处理器、存储器、输入/输出子系统等。处理器可被配置(经由专用硬件、软件、固件等)为变换所接收的数据并且导出

用于输出的情境化。例如,处理器可包括微处理器、微控制器、FPGA和专用集成电路(ASIC)、片上系统(SOIC)、数字信号处理(DSP)平台、实时计算系统等。例如,处理器可被配置成能够实现如本文所公开的计算功能和/或模块。例如,处理器可被配置用于聚集和/或过滤29262、聚集和/或过滤29263、机器学习29264、机器学习29265、机器学习29276、情境变换29266(例如,包括实时术中处理)、人工智能模型29268、患者分析29270、外科装置控制程序29272、可穿戴控制程序29274等。

[0533] 计算系统29242可以是适于处理传感器、健康记录数据、用户输入等以变换数据并导出用于输出的计算数据的任何装置。计算输出可包括传感器测量结果。计算输出可包括情境信息或情境,例如,该情境信息或情境可包括与传感器测量的当前理解和/或解释相关的附加信息。例如,情境可包括术前和/或治疗前基线。例如,情境可包括不正确连接和/或不正确操作的外科和/或感测系统的态势感知。例如,情境可包括对产品、外科计划和/或裕度的调整。

[0534] 计算系统29242可用适于实现本文所公开的功能的任何方法来结合到系统29240中。例如,计算系统29242可被结合成独立的计算装置。例如,计算系统可结合到诸如在图1中所公开的外科集线器中。例如,计算系统29242可结合到感测系统本身中(例如,感测术前和手术数据两者并且提供情境化数据作为输出)。例如,计算系统29242可结合到外科装置本身中(接收术前和手术数据两者并提供情境化数据、计算数据和/或警告作为输出)。

[0535] 可提供数据集合,诸如数据集合29294。机器学习可使用数据集合,诸如数据集合29294。机器学习可使用数据集合29294来训练模型、验证模型、创建模型、确定模型等。

[0536] 数据集合29294可包括一个或多个数据源。例如,数据集合29294可包括术前数据集合29290、手术数据集合29290和计算手术数据29292。数据集合29294可包括一个或多个生物标志物。一个或多个生物标志物可来自一个或多个计算系统、外科感测系统、可穿戴装置、显示器、外科器械、外科装置、传感器系统、装置等。数据集合29294可包括患者的电子医疗记录、患者的数据、其他患者的数据、关于过去手术的数据、关于手术研究的数据、医疗数据、来自医护人员的指令、外科手术的计划等。

[0537] 数据集合可包括来自多个不同源的数据。例如,这些源可包括手术计划数据库29246、EMR 29248、术前感测系统29244、可穿戴装置29250、来自医护人员29252、外科感测系统29256、医护人员29254、可穿戴装置29258、外科系统29260、可穿戴装置29280、外科器械29278、人机界面装置29282的数据、来自医护人员29284的数据以及与通知29286相关的数据。

[0538] 数据集合29294可包括术前数据集合29288。术前数据集合29288可包括来自一个或多个数据源的数据。术前数据集合29288可包括与患者相关的数据,该数据可在外科手术之前被记录。术前数据集合29288可包括一个或多个生物标志物,该一个或多个生物标志物可能已在外科手术之前为患者记录。例如,可在外科手术之前为患者记录患者的心率和血糖水平。

[0539] 术前数据集合29288可包括来自术前感测系统29244的数据。术前感测系统29244可包括适合于在外科手术之前、期间或之后感测和呈现可能相关的患者参数和/或生物标志物的硬件和软件装置的任何配置。此术前感测系统29244可包括本文所公开的感测和监测系统任二者,包括非受控患者监测系统、受控患者监测系统等。例如,术前感测系统

29244可包括可穿戴患者传感器系统。术前感测系统29244可提供适于建立患者生物标志物的基线的数据,以用于在外科手术期间和/或之后的情境确定。术前感测系统29244可提供适于建立患者生物标志物的基线的数据,以用于进行预测和/或创建计算数据。如图1B所示,术前感测系统29244可结合有感测系统20001或被结合到该感测系统中。

[0540] 术前数据集合29288可包括来自可穿戴装置29250的数据。可穿戴装置29250可包括适合于在外科手术之前期间或之后感测和呈现可能相关的患者参数和/或生物标志物的硬件和软件装置的任何配置。此类系统可由患者在手术之前、在医疗设施内部和外部使用任意时间量。为了说明,经由非受控患者监测系统,患者可在外科程序之前在家使用可穿戴的心脏相关传感器四周。以及/或者,经由受控患者监测系统,HCP可在患者即将进行外科手术之前准备好的时间期间使用设施装备监测相同和/或类似的生物标志物。例如,可穿戴装置29250可提供适于建立患者生物标志物的基线的数据,以用于情境确定和/或用于创建计算数据。例如,可穿戴装置29250可包括本文公开的可穿戴装置中的任一可穿戴装置,诸如参考图1B的可穿戴装置。

[0541] 术前数据集合29288可包括手术计划29248。手术计划29248可包括与健康规程相关(例如,考虑到特定患者和/或设施与健康规程相关)的任何数据源。手术计划29248可包括指示期望的最终结果、要采用的外科策略、手术后勤等的结构化数据。手术计划29248可包括要使用的装备和/或要使用的技术的记账。手术计划29248可包括命令。手术计划29248可包括时间线。结构化数据可包括与对应值相关联的定义字段和/或数据标签。结构化数据可包括与外科步骤相关联的代码。

[0542] 术前数据集合29288可包括EMR 29248。EMR 29248可包括考虑到健康规程诸如外科手术而与患者相关的任何数据源。EMR 29248可包括诸如过敏和/或不良药物反应、慢性疾病、家族病史、疾病和/或住院治疗、成像数据、实验室测试结果、药物和剂量、处方记录、外科手术和其他规程的记录、疫苗接种、日常生活观察、由术前感测系统29244收集的信息、由可穿戴装置29250收集的信息等的信息。

[0543] 术前数据集合29288可包括来自术前医护人员(诸如HCP 29252)的数据。来自HCP 29252的数据可包括与术前感测系统、患者记录、手术计划等相关的任何数据。来自HCP 29252的数据可包括与计算系统(诸如计算系统29242)的操作、配置和/或管理相关的数据。例如,来自HCP 29252的数据包括可被提供给机器学习模块(诸如机器学习模块29264)的反馈。来自HCP 29252的数据可包括手动输入可能不是针对相关源直接接收的数据(例如手动输入手动获取的生物标志物读数)。

[0544] 数据集合29294可包括手术数据集合29290。手术数据集合29290可包括来自一个或多个数据源的数据。手术数据集合29290可包括可在外科手术期间记录的可与患者相关的数据。手术数据集合29290可包括在外科手术期间已为患者记录的一个或多个生物标志物。例如,可在外科手术期间为患者记录患者的心率和血糖水平。

[0545] 手术数据集合29290可包括一个或多个数据源。手术数据集合29290可包括来自外科感测系统29256、HCP 2954、外科系统29260和可穿戴装置29258的数据。

[0546] 手术数据集合29290可包括来自外科感测系统29256的数据。外科感测系统29256可包括适于感测和呈现在外科手术期间可能相关的患者生物标志物的硬件和软件装置的任何配置。外科感测系统29256可包括本文所公开的感测和监测系统,包括受控患者监测系

统、外科医生监测系统、环境感测系统等。

[0547] 手术数据集合29290可包括来自外科感测系统29256的数据。外科感测系统29256可包括适于感测和呈现在外科手术期间可能相关的患者生物标志物的硬件和软件装置的任何配置。外科感测系统29256可包括本文所公开的感测和监测系统中的一者或多者,包括受控患者监测系统、外科医生监测系统、环境感测系统等。

[0548] 手术数据集合29290可包括来自可穿戴装置29258的数据。可穿戴装置29258可包括适合于在外科手术之前、外科手术期间或外科手术之后感测和呈现可能相关的患者参数和/或生物标志物的硬件和软件装置的任何配置。此类系统可由患者在手术之前、在医疗设施内部和外部使用任意时间量。为了说明,经由非受控患者监测系统,患者可在外科手术期间使用可穿戴心脏相关传感器。以及/或者,经由受控患者监测系统,医护人员可在患者外科手术的时间期间使用设施装备监测相同和/或类似的生物标志物。例如,可穿戴装置29258可提供适合用于情境确定和/或计算数据的创建的数据。可穿戴装置29258可包括本文公开的可穿戴装置中的任一可穿戴装置,诸如例如参考图1B的可穿戴装置。

[0549] 外科系统29260可包括任何适于提供例如关于其配置、使用和/或当前条件和/或状态的操作数据的外科装备。外科系统29260可包括手术室中的装备。例如,外科系统29260可包括在手术室中采用的任何装备,诸如参考图1、图7A、图10以及贯穿本申请所公开的装备。外科系统29260可包括一般性质的外科固定装置,诸如手术台、照明、麻醉设备、机器人系统和/或生命维持设备。外科系统29260可包括可与即将进行的程序相关的外科固定装置,诸如成像装置、外科缝合器、能量装置、内镜切割器夹钳等。例如,外科系统29260可包括动力缝合器、动力缝合器发生器、能量装置、能量装置发生器、手术室成像系统、排烟器、抽吸-冲洗装置、吹气系统等中的一者或多者。

[0550] 外科系统29260可包括外科器械、外科可视化系统、监视器、声音系统、能量装置、可穿戴设备等中的至少一者。例如,外科系统可包括外科集线器。例如,外科系统可包括外科缝合器。例如,外科系统可包括例如内切割器。来自外科器械的数据可包括外科器械参数。外科器械参数可包括例如外科器械功率。来自手术可视化系统的数据可包括外科器械相对于患者外科部位和/或器官的位置。例如,数据可包括外科缝合器与附近的重要器官之间的距离。

[0551] 手术数据集合29290可包括来自手术HCP(诸如HCP 29254)的数据。来自HCP 29254的数据可包括与外科感测系统、可穿戴装置、外科系统、机器学习、患者分析、外科装置控制程序、可穿戴控制程序、情境变换、人工智能模型等相关的任何数据。例如,HCP 29254可提供可与外科系统29260、可穿戴装置29258、外科感测系统29256、机器学习29265等相关联的数据。例如,HCP 29254可提供可触发与情境变换29266和/或机器学习29265的交互的数据。来自HCP 29254的数据可包括手动输入未针对任何相关源直接接收的数据(诸如手动输入手动获取的生物标志物读数)。

[0552] 从术前数据源所接收的数据(诸如术前数据集合29288)可经受聚集和/或过滤29262。聚集和/或过滤29262可对从术前数据集合29288所接收的数据执行预处理。从手术数据源(诸如手术数据集合29290)所接收的数据可经受聚集和/或过滤29263。聚集和/或过滤29263可对从术前数据集合29290所接收的数据执行后处理。聚集和/或过滤29262以及聚集和/或过滤29263可用于准备和格式化数据以供计算系统29242使用。例如,聚集和/或过

滤29262以及聚集和/或过滤29263可准备要由机器学习29264、机器学习29265、机器学习29276、情境变换29266、人工智能模型29268、外科装置控制程序29272和可穿戴控制程序29274处理的数据。

[0553] 通过聚集和/或过滤29262处理从术前数据集合29288所接收的数据可包括过滤(例如,从来自术前感测系统29244的数据流中选择传感器数据)。聚集和/或过滤29262可使用过滤来帮助抑制来自术前感测系统数据集合29244的数据中的噪声。聚集和/或过滤29262可使用一种方法来建立来自术前感测系统数据集合29288的生物标志物的基线。聚集和/或过滤29262可对来自术前数据集合29288的数据执行时间映射(例如,使来自不同源的接收值在时间上彼此对齐)。时间映射可能有助于相关性和比率分析,这可能发生在情境变换29266中。

[0554] 聚集和/或过滤29262可转换来自术前数据集合29288的数据。数据的转换可包括协调格式、协调数据类型、从一种格式转换到另一种格式、从一种数据类型转换到另一种数据类型、考虑数据源数据格式之间的差异以及考虑另一模块所期望的数据类型(诸如机器学习29264)。转换可包括将数据转换成适于机器学习、适于人工智能模型、适于患者分析、适于由外科装置控制程序使用和/或适于由可穿戴控制程序使用的格式。来自术前数据集合29288的数据可被转换成用于显示的通知,诸如显示在人机界面装置29282上。来自术前数据集合29288的数据可被转换成针对外科装置29278的设置。来自手术集合29290的数据可被转换成可被包括和/或用于通知29287的数据。

[0555] 通过聚集和/或过滤29263处理从手术数据集合29290所接收的数据可包括过滤(例如,从来自外科系统29260的数据流中选择传感器数据)。聚集和/或过滤29263可使用一种方法来建立来自手术数据集合29290的生物标志物的基线。聚集和/或过滤29263可使用过滤来帮助抑制来自手术数据集合29290的数据中的噪声。聚集和/或过滤29263可对来自手术数据集合29290的数据执行时间映射(例如,使来自不同源的接收值在时间上彼此对齐)。时间映射可能有助于相关性和比率分析,这可能发生在情境变换29266中。

[0556] 聚集和/或过滤29263可转换来自手术数据集合29290的数据。数据的转换可包括协调格式、协调数据类型、从一种格式转换到另一种格式、从一种数据类型转换到另一种数据类型、考虑数据源数据格式之间的差异以及考虑另一模块所期望的数据类型(诸如机器学习29265)。转换可包括将数据转换成适于机器学习、适于人工智能模型、适于患者分析、适于由外科装置控制程序使用和/或适于由可穿戴控制程序使用的格式。来自手术数据集合29290的数据可被转换成用于显示的通知,诸如显示在人机界面装置29282上。来自手术数据集合29290的数据可被转换成针对外科装置29278的设置。来自手术集合29292的数据可被转换成可被包括和/或用于通知29287的数据。

[0557] 情境变换29266可操作以提供数据的情境,诸如术前数据集合29288和/或手术数据集合29290。例如,情境变换29266可将数据变换成情境化手术数据,该情境化手术数据可被包括在计算数据集合29292中。为了说明,作为输入,情境变换可接收手术数据,该手术数据包括例如测量时间、传感器系统标识符和传感器值。情境变换29266可输出情境化手术数据。情境变换29266可输出可由机器学习29264、机器学习29265、机器学习29276、患者分析29270、外科装置控制程序29272、可穿戴控制程序29274和人工智能模型29268修改和/或增强的数据。

[0558] 情境变换29266可确定和/或存储可能彼此相关的数据。情境变换29266可确定数据可如何彼此相关。例如,情境变换29266可确定来自手术数据集合29290的数据可与来自术前数据集合29290的数据相关。情境变换29266可确定数据的情境。情境,例如与传感器测量结果的当前理解和/或解释相关的附加信息。

[0559] 计算数据集合29292可包括可由计算系统29242生成、创建、确定和/或计算的数据。例如,计算数据集合29292可包括从机器学习输出的模型、由机器学习生成的数据、由计算系统29242处理的生物标志物、扩充的数据、预测性概率、固件、固件更新、用于外科装置的参数、外科装置控制程序、对外科装置控制程序的更新、可穿戴控制程序、用于可穿戴装置的数据、用于控制外科装置的数据、电子医疗记录、情境数据、情境手术数据、通知、对反馈的请求、给医护人员的信息等。

[0560] 计算数据集合29292可包括情境,例如与传感器测量的当前理解和/或解释相关的附加信息。例如,情境可包括术前和/或治疗前基线。例如,情境可包括不正确连接和/或不正确操作的外科和/或感测系统的态势感知。例如,情境可包括对产品、外科计划和/或裕度的调整。计算数据集合29292可包括发送到外科装置29278、可穿戴装置29280、人机界面装置29282、医护人员29284和通知29286的数据或从它们所接收的数据。计算数据集合29292可由机器学习29264、机器学习29265、机器学习29276、情境变换29266、人工智能模型29268、患者分析29270、外科装置控制程序29272、可穿戴控制程序29274和/或它们的任何组合来创建、修改、接收和/或发送。

[0561] 计算数据集合29292可包括提供情境的数据。情境可包括可将生物标志物置于医护人员的特定情境中的附加信息。例如,计算数据集合29292可包括关于传感器值的基线值的指令和/或信息、偏差的警告、来自患者记录的相关信息、外科手术的规程要素的相关信息、外科装置设置、和/或医护人员在传感器测量本身的时刻可能发现相关的任何信息。情境可由机器学习来确定,诸如由机器学习29264、机器学习29265和/或机器学习29276来确定。计算数据集合29292可包括一个或多个数据标签。数据标签可包括记录数据(指示特定变换或其他处理已发生)。

[0562] 计算数据集合29292可包括可由HCP 29284提供的数据。例如,HCP 29284可提供关于由机器学习29276提供的数据的反馈。计算手术数据29292可包括可被发送到HCP 29284的数据。例如,HCP 29284可接收由机器学习29276提供的数据。来自HCP 29284的数据可包括与外科感测系统、可穿戴装置、外科系统、机器学习、患者分析、外科装置控制程序、可穿戴控制程序、情境变换、人工智能模型等相关的任何数据。例如,HCP 29284可提供可与外科装置29278、可穿戴装置29280、患者、人机界面装置29282、通知29286、计算系统29242和/或它们的任何组合相关联的数据。例如,HCP 29284可提供可触发与情境变换29266和/或机器学习29276的交互的数据。来自HCP 29284的数据可包括手动输入未直接接收的任何相关源的数据(诸如手动输入手动取得的生物标志物读数)。

[0563] 人机界面装置29282可包括适于产生计算数据的可感知表示(诸如计算数据集合29292)的任何装置。可感知表示可包括视觉指示、听觉指示等。人机界面装置29282可包括计算机显示器。例如,人机界面装置29282可包括视觉表示,该视觉表示包括计算机显示器上的文本和/或图像。人机界面装置29282可包括文本转语音装置。例如,人机界面装置29282可包括通过音频扬声器的合成语言提示。人机界面装置29282可将计算数据传达给外

科医生和/或手术团队。人机界面装置29282可包括和/或结合到本文所公开的任何合适的装置中。例如,人机界面装置29282可包括和/或结合到诸如在例如图2A中所公开的主显示器20023、第一非无菌人机交互装置20027和/或第二非无菌人机交互装置20029中的任一者中。例如,人机界面装置29282可包括和/或结合到诸如在图2B中所公开的人机交互装置20046中。例如,人机界面装置29282可包括和/或结合到诸如在例如图7A中所公开的外科器械的显示器20224中。

[0564] 通知29286可包括适于生成相关计算数据可用和/或已改变的可感知指示的任何装置。指示可包括视觉指示、听觉指示、触觉指示等。通知29286可结合此处所公开的任何人机界面装置27020。通知29286可包括非语言和/或非文本指示以表示情境数据是可用的和/或已改变。例如,警告系统可包括音频音调、视觉颜色变化、光等。例如,通知可包括在可穿戴装置(诸如外科医生穿戴的智能手表)上的触觉“轻击”。通知29286可包括计算数据、术前数据、手术数据和/或术后数据。通知29286可包括来自机器学习算法的请求,请求HCP提供关于以下项的反馈:数据、推荐、人工智能模型的准确度、训练数据的准确度、机器学习的准确度、诊断、问题的指示、由机器学习生成的数据、患者分析、关于患者分析的结论、对外科装置控制程序的修改、外科装置控制程序、可穿戴控制程序、它们的任何组合等。例如,通知29286可请求HCP 29284提供关于外科装置控制程序的反馈,该反馈可被发送到外科装置29278。

[0565] 外科装置29278可包括用于外科手术(诸如外科系统29260)的可具有其操作的可配置方面的任何装备。装备的可配置方面可包括可能影响装备的操作的任何调整或设置。例如,外科装置29278可具有软件和/或固件可调节设置。外科装置29278可以是硬件和/或结构上可调节的设置。在一个示例中,外科装置29278可将其当前设置信息报告给计算系统29242。在一个示例中,外科装置29278可包括人工智能模型,该人工智能模型可由计算系统29242部署、在计算系统29242处训练、由计算系统29242修改、它们的任何组合等。

[0566] 用于外科装置29278的示例性装置设置可包括成像装置的放置、成像技术、分辨率、亮度、对比度、灰度系数、频率范围(例如,可视、近红外)、过滤(例如,降噪、锐化、高动态范围)等;外科缝合装置的放置、组织预压缩时间、组织预压缩力、组织压缩时间、组织压缩力、砧座推进速度、钉仓类型(其可包括钉数量、钉尺寸、钉形状等)等;以及例如能量装置的放置、技术类型(诸如谐波、电外科手术/激光外科手术、单极、双极和/或技术的组合)、形式因素(例如,刀片、剪刀、开放式、内窥镜式等)、接合压力、刀片振幅、刀片锋利度、刀片类型和/或形状、剪刀尺寸、末端形状、剪刀片取向、剪刀压力分布、定时分布、音频提示等。

[0567] 计算数据集合29292可包括来自可穿戴装置29280的数据。可穿戴装置29280可包括适合于在外科手术之前、外科手术期间或外科手术之后感测和呈现可能相关的患者参数和/或生物标志物的硬件和软件装置的任何配置。此类系统可由患者在手术之前、在医疗设施内部和外部使用任意时间量。为了说明,经由非受控患者监测系统,患者可在外科手术期间使用可穿戴心脏相关传感器。以及/或者,经由受控患者监测系统,医护人员可在患者外科手术的时间期间使用设施装备监测相同和/或类似的生物标志物。例如,可穿戴装置29280可提供适于在外科手术期间和/或外科手术之后在情境确定中使用的数据。可穿戴装置29280可包括本文公开的可穿戴装置中的任一可穿戴装置,诸如例如参考图1B的可穿戴装置。

[0568] 计算数据集合29292可包括可穿戴控制程序,该可穿戴控制程序可能已由可穿戴控制程序29274发送到可穿戴装置29280。计算数据集合29292可包括可被发送到可穿戴装置29280的人工智能模型。

[0569] 机器学习模块29264可利用术前数据集合29288(例如,数据集)执行如本文所述的数据准备。在一个示例中,数据准备还可包括机器学习模块29264接收来自HCP 29252的输入,该输入对数据集中的数据记录的子集加标志,以用于训练术前患者分析模型(例如,训练数据集)。术前患者分析模型可存储在AI模型29268处和/或包括在该AI模型内。术前患者分析模型可以是具有用于患者分析29270的监督机器学习的训练数据集(例如,外科手术期间外科并发症的概率)。例如,机器学习29264可从术前数据集合29288接收数据,该数据可用于训练可存储在AI模型29268处并且可部署在患者分析29270处的模型。

[0570] 本领域技术人员将认识到,可使用任何合适的机器学习算法来构建模型29268。例如,当患者记录29248中的患者的数据记录指示由于多次先前结直肠外科手术的历史而导致的与粘连相关的外科并发症的风险,且来自术前感测系统29244或可穿戴装置29250的术前生物标志物测量数据指示可能存在慢性炎症反应时,来自HCP 29252的输入可包括“高风险”标志。例如,当患者的数据记录指示由于多次先前结直肠外科手术的历史而导致的与粘连相关的外科并发症的风险,而术前生物标志物测量数据没有任何迹象指示可能存在慢性炎症反应时,来自HCP 29252的输入可以包括“中风险”标志。例如,当患者的数据记录指示由于先前的一次结直肠外科手术的历史而导致的与粘连相关的外科并发症的风险,而没有任何迹象指示可能存在慢性炎症反应时,来自HCP 29252的输入可以包括标志“低风险”。由HCP 29252提供的标签可以是机器学习29264以训练可用于外科装置控制程序的患者分析、修改和/或创建以及可穿戴控制程序的修改和/或创建的一个或多个模型。该模型可存储在AI模型29268处,并且可部署在机器学习29264、患者分析29270、外科装置控制程序29272和/或可穿戴控制程序29274处。

[0571] 此外,来自HCP 29252的输入可包括与每个高风险标志、中等风险标志或低风险标志相关联的通知级别设置。例如,机器学习模块29264可使用通知级别设置来训练模型,以在该模型可预测外科并发症的高风险时向HCP 29252和/或HCP 29284发送通知。在一个示例中,当部署在机器学习29264处时,该模型可使用通知级别,以在该模型预测外科并发症的高风险时向HCP 29252发送通知。HCP 29252可利用反馈来响应通知,并且还可使用反馈来训练模型。在一个示例中,当部署在患者分析29270处时,该模型可使用通知级别来向HCP 29284发送通知,和/或当该模型预测外科并发症的高风险时,该模型可发送通知29286。HCP 29284可利用反馈来响应通知,并且还可使用反馈来训练模型。

[0572] 数据准备还可包括机器学习模块29264接收来自HCP 29252的输入,该输入对数据集中的数据记录的第二子集加标志,以用于利用监督机器学习来验证模型(例如,验证数据集)。

[0573] 机器学习过程29264可执行模型的模型训练。在模型被视为经训练之后(例如,当基于神经网络的模型的成本函数已达到全局最小值时),机器学习过程29264可利用验证数据集来执行模型验证。

[0574] 在完成模型验证后,机器学习模块29264可使用数据集中的数据记录的第三子集(例如,未加标志的数据集)来执行模型测试以测试模型。机器学习模块29264可将由模型产

生的预测发送到HCP 29252以供验证和/或发送到HCP 29284。例如,该模型可预测外科并发症的高风险以及高风险外科并发症的相关联的通知级别。机器学习模块29264可发送高风险预测、仅高风险的通知级别、以及可能导致这种预测的决策点(例如,来自利用决策树机器学习算法训练的模型29268)。

[0575] 在一个示例中,基于由HCP 29252加标志的训练数据集,可能已用决策树机器学习算法训练的模型可学习高风险级别的外科并发症可能与三个或更多个先前结直肠外科手术和与慢性炎症反应的概率相关联的至少一个生物标志物的术前测量数据(例如,高皮肤电导水平、低组织氧合水平等)的组合相关的模式(除其他模式外)。这种模式可以是基于决策树算法的模型中的决策点。机器学习模块29264可将决策点连同高风险预测和高风险的通知级别一起发送到HCP 29252和/或HCP 29284。机器学习模块29264可将决策点连同高风险预测和高风险的通知级别一起发送到通知29286。作为响应,HCP 29252和/或HCP 29284可提供验证预测准确的响应。该验证可能有助于满足在生产环境中部署模型的准确度参数的成功度量(例如,可在无监督的情况下对患者使用)。来自HCP 29252和/或HCP 29284的指示预测可能不准确的响应可能会导致由于模型预测不准确而阻止模型部署的失败度量(例如,可在有监督的情况下对患者使用)。

[0576] 机器学习模块29264可从模型中输出决策树。例如,决策树可存储在AI模型29268中。决策树可被发送到HCP 29252和/或HCP 29284,以允许对决策树进行整体验证,而不是一次一个预测。

[0577] 在利用测试数据集成功进行模型测试后,计算系统29242可将模型部署到生产环境生产中。例如,该模型可被部署到机器学习29264、机器学习29265、机器学习29276和患者分析29270。所部署的模型29268可在生产中进一步改善(例如,出于患者分析的目的)。例如,患者分析29270、机器学习29264和/或机器学习28276可使用来自HCP的反馈来改善模型。

[0578] 例如,模型可产生假阴性预测和/或假阳性预测。针对此类假阴性和/或假阳性预测的反馈可被发送到机器学习模块29276。在一个示例中,该模型可能错误地预测外科并发症的高风险。当机器学习模块29276发送相关联的通知29286(该相关联的通知可被发送到HCP 29284)时,HCP 29284可向机器学习模块29276提供指示预测为假阳性的响应。在这种情况下,机器学习模块29276可不更新用于预测外科并发症的阳性预测的模型阈值。该模型可在AI模型29268中存储和/或更新,使得该模型的另一部署可从反馈改善中受益。

[0579] 在一个示例中,该模型可能错误地预测没有外科并发症的风险。机器学习模块29276可能未能向HCP 29284发送通知,诸如通知29286。HCP 29284可能没有提供反馈的机会。在这种情况下,机器学习模块29276可通过对照来自外科系统29260(例如,该外科系统可以是外科集线器)的手术结果数据检查模型预测来检测错误。机器学习模块29276可降低用于预测外科并发症的阳性预测的模型阈值,以减少预测假阴性的可能性。该模型可在AI模型29268中存储和/或更新,使得该模型的另一部署可从反馈改善和/或错误检测中受益。

[0580] 机器学习模块29265可利用手术数据集29290(例如,数据集)执行如本文所述的数据准备以用于创建和训练模型,该模型可以是外科装置控制程序模型。该模型可存储和/或部署在AI模型29268处。该模型可部署在机器学习29265、机器学习29276和/或外科装置控制程序29272处。在一个示例中,数据准备还可包括创建数据字段并将该数据字段附加到

数据集中的(例如,每个)数据记录。该数据字段可指示在根据从外科系统29260(例如,外科集线器)所收集的手术数据导出的相应外科手术期间是否已存在外科并发症。

[0581] 该数据字段可指示外科装置或可穿戴装置的操作是否可以改善(例如,装置可能已在未达最佳状态下操作)。该数据字段可充当期望的输出标志,用于利用监督机器学习来训练模型以改善模型和/或外科装置控制程序,该模型和/或外科装置控制程序可被确定和/或部署在装置控制程序29272处以改善手术结果。例如,该模型可部署在外科装置控制程序29272处并且可用于改善与外科装置29278相关联的外科装置程序。

[0582] 机器学习模块29265可针对诸如决策树算法模型的人工智能模型执行模型训练、模型验证、模型测试,该人工智能模型可用于创建模型。本领域技术人员将认识到,可使用任何其他合适的机器学习算法来构建模型。该模型可学习当第一情况和第二情况发生时出现外科并发症(例如,出血并发症)的模式(除其他模式外)。第一情况可以是来自外科感测系统29256和/或可穿戴装置29258的信息指示以下中的至少一者:心率升高至高于阈值A、血压高于阈值B、血液pH低于阈值C、或水肿测量结果高于阈值D。第二情况可以是与外科装置29278(例如,线性缝合器)相关联的控制程序可被配置成能够用低于阈值E的压缩力来压缩组织。该模型可学习当第一情况和第二情况发生时不出现外科并发症(例如,出血并发症)的另一模式(例如,除其他模式外)。第三情况可以是与外科装置29278(例如,线性缝合器)相关联的控制程序可被配置成能够用高于阈值E的压缩力来压缩组织。

[0583] 在使用测试数据集进行模型测试时,计算系统29242可将模型部署到生产环境,作为机器学习模块29276的一部分。例如,该模型可部署在机器学习29264、机器学习29265、机器学习29276、AI模型29268、患者分析29272、外科装置控制程序29272和/或可穿戴控制程序29274处。在生产中的操作期间,该模型检测该模型在模型训练期间可能已学习的数据模式。例如,该模型可接收指示心率升高至高于阈值A并指示外科装置29278的控制程序被配置成能够施加低于阈值E的压缩力的输入数据。作为响应,模型可预测外科并发症,并且机器学习模块29276可更新所部署的模型,可更新用于生成外科装置控制程序的模型,可向外科装置发送更新的参数,或者可向外科装置发送更新的外科装置控制程序,以例如将压缩力增加至高于阈值E。

[0584] 机器学习模块29265可使用术前数据集合29288(例如,术前数据集)和手术数据集合29290(例如,手术数据集)执行如本文所述的用于创建和训练模型的数据准备,该模型可以是用于诸如可穿戴装置29258的可穿戴装置的模型。在一个示例中,数据准备还可包括创建数据字段并将该数据字段附加到数据集中的(例如,每个)数据记录。该数据字段可指示在根据从外科系统29260(例如,外科集线器)所收集的手术数据导出的相应外科手术期间是否可能已存在外科出血并发症。该数据字段可充当期望的输出标志,用于利用监督机器学习来训练模型以调整可穿戴控制程序,该可穿戴控制程序可存储在可穿戴控制程序29272处并且可部署在可穿戴装置29280处,用于改善感测到的数据相关性。

[0585] 例如,机器学习模块29265可针对诸如决策树算法模型的模型执行模型训练、模型验证、模型测试。本领域技术人员将认识到,可使用任何其他合适的机器学习算法来构建模型。该模型可学习当至少两种情况发生时出现外科出血并发症(例如,在解剖/动员规程步骤处)的模式(除其他模式外)。一种情况可以是来自术前感测系统29244和/或可穿戴装置29250的术前数据指示以下中的至少一者:心率升高至高于阈值A、血压高于阈值B、血液pH

低于阈值C、或水肿测量结果高于阈值D。另一种情况可以是来自外科感测系统29256和/或可穿戴装置29258的手术数据指示以下中的至少一者：心率升高至高于较高阈值A'（例如，与阈值A相比）、血压高于较高阈值B'（例如，与阈值B相比）、血液pH低于较低阈值C'（例如，与阈值C相比）、或水肿测量结果高于较高阈值D'（例如，与阈值D相比）。

[0586] 机器学习模块29265可被配置成能够发送可穿戴控制程序的模型的更新。例如，机器学习模块29265可更新可部署在机器学习29264、机器学习29265、机器学习29276、可穿戴控制程序29274、可穿戴装置29250、可穿戴装置29258、可穿戴装置29280等处的模型。机器学习模块29265可被配置成能够更新可穿戴控制程序，该可穿戴控制程序可存储和/或部署在可穿戴控制程序29274、可穿戴装置29250、可穿戴装置29258和/或可穿戴装置29280处。例如，当检测到外科手术（例如，袖状胃切除术规程）已进入解剖/动员规程步骤时，可发送更新以更新可穿戴装置29280的可穿戴控制程序（例如，被配置用于测量心率、血压、血液pH和/或水肿）。对可穿戴控制程序的更新可以是增加数据采样率（例如，从每分钟一次增加到每秒一次）。在作为生产中的机器学习模块29276的一部分的模型操作期间（例如，在模型部署之后），与出血并发症相关的生物标志物测量数据的这种增加的数据采样率（例如，在解剖/动员期间）可被发送到HCP 29254和/或HCP 29284（例如，经由装置29282），以便为HCP 29284配备相关性较高的数据，以防止/减轻潜在的出血并发症。

[0587] 患者分析29270可包括可用于提供对患者的分析的软件。例如，该分析可指示外科并发症的概率、手术成功的概率、疾病的诊断、疾病的概率、患者恢复的概率等。患者分析29270可包括模型。该模型可存储在门诊患者分析29270处和/或部署在患者分析29270处。患者分析29270可包括多个模型。例如，患者分析29270可包括针对高血压的一个模型、针对正常血压的第二模型以及针对患有糖尿病的患者的第三模型。部署在患者分析29270处的模型可来自机器学习29264、机器学习29265、机器学习29276和/或AI模型29268。患者分析29270可包括计算数据。

[0588] 外科装置控制程序29272可包括可用于为外科装置提供控制程序的软件。外科装置控制程序29272可包括可为外科装置存储的装置控制程序，诸如固件。外科装置控制程序29272可包括可用于配置、修改、操作或控制外科装置的一个或多个参数。外科装置控制程序29272可包括模型。例如，外科装置控制程序29272可存储可用于外科装置的模型，可部署可用于外科装置的模型，或可更新可用于外科装置的模型。部署在外科装置控制程序29272处的模型可来自机器学习29264、机器学习29265、机器学习29276和/或AI模型29268。外科装置控制程序29272可包括计算数据。

[0589] 可穿戴控制程序29274可包括可用于为可穿戴装置提供控制程序的软件。可穿戴控制程序29274可包括可为可穿戴装置存储的装置控制程序，诸如固件。可穿戴控制程序29274可包括可用于配置、修改、操作或控制可穿戴装置的一个或多个参数。可穿戴控制程序29274可包括模型。例如，可穿戴控制程序29274可存储可用于可穿戴装置的模型，可部署可用于可穿戴装置的模型，或者可更新可用于可穿戴装置的模型。部署在可穿戴控制程序29274处的模型可来自机器学习29264、机器学习29265、机器学习29276和/或AI模型29268。可穿戴控制程序29274可包括计算数据。

[0590] 图15描绘了用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的方法。该方法可在计算系统中实现。在29300处，可使用来自感测系统的外科装置数据和/或生物标志物确定

外科装置的操作行为未达最佳。外科装置的操作行为可指示外科装置可能如何操作或在操作期间如何操作。例如,外科装置的操作行为可指示外科装置是以特定功率击发的缝合器。作为另一示例,外科装置的操作行为可指示外科装置是可在特定参数下操作的内镜切割器。操作行为可包括可控制外科装置的操作的一个或多个参数。操作行为可包括外科装置如何执行的指示、外科装置可如何执行的预测、外科装置正在如何执行的指示、外科装置正在执行的任务的指示、持有外科装置的用户(例如,HCP)正在执行的任务的指示等。

[0591] 操作行为未达最佳的指示可以是操作行为可以改善的指示。例如,当存在装置的操作未达最佳的指示时,可改善装置的操作。

[0592] 数据集可包括一个或多个生物标志物。一个或多个生物标志物可与可能计划接受外科手术的患者相关。例如,生物标志物可以是患者的基线心率。一个或多个生物标志物可与可能正在接受外科手术的患者相关。例如,可在对患者进行外科手术期间使用外科装置,并且可在可使用外科装置时记录(例如,从感测系统接收的)一个或多个生物标志物。一个或多个生物标志物可指示外科装置可如何影响患者。例如,可以预期的是,当使用外科装置时,生物标志物可在一定范围内。当生物标志物在该范围之外时,这可指示外科装置可能无法最佳地操作。在一个示例中,可能在该范围之外的生物标志物可指示可对该外科装置进行改善。在一个示例中,生物标志物可指示外科装置可能导致外科并发症并且外科装置的操作行为可被认为未达最佳。

[0593] 在29302处,可使用机器学习、外科装置数据和生物标志物来确定模型,以优化和/或改善外科装置的操作行为,从而改善手术结果。例如,可训练机器学习模型以检测第二外科装置操作参数可与在由生物标志物测量数据表示的生理条件状态下不存在外科并发症相关的数据模式。该模型可预测外科装置可如何操作、可预测可穿戴装置可如何操作、可预测外科并发症、可预测手术结果、可预测手术成功率等。该模型可例如通过指示疾病可能发生或可能正在发生的概率来诊断疾病。该模型可通过确定手术结果以及通过确定可在外科装置上调整以改善手术结果的一个或多个参数来优化外科装置的操作行为。该模型可通过确定手术结果以及通过确定可修改、更新和/或生成用于外科装置的控制程序以修改外科装置的操作行为来优化外科装置的操作行为。

[0594] 可使用输入数据来创建模型以进行训练,该输入数据诸如在外科手术期间记录的外科装置操作参数、在外科手术之前和期间记录的生物标志物测量数据以及在外科手术期间记录的手术数据(诸如外科并发症)。可训练机器学习模型以检测第一外科装置操作参数可与由生物标志物测量数据表示的某些生理状态下的外科并发症相关的数据模式。

[0595] 在一个示例中,可利用来自数据集的数据来训练模型。该模型可预测一个或多个手术结果。该模型可预测一个或多个外科并发症。该模型可用于确定一个或多个参数和/或控制程序,该一个或多个参数和/或控制程序可用于改善外科装置的操作行为以改善一个或多个手术结果。

[0596] 在29304处,可使用由医护专业人员(HCP)给出的反馈来更新模型以改善模型。例如,可将模型对外科并发症和/或不存在外科并发症的预测发送到HCP进行验证。作为响应,HCP可提供正反馈或负反馈来更新机器学习模型,以改善模型预测的准确度。

[0597] 可确定来自HCP的反馈对于改善模型可能是有用的。例如,可确定数据可能不足以提供对一个或多个手术结果的准确预测。可确定来自HCP的反馈对于改善手术结果的预测

的准确度可能是有用的。可向HCP发送对反馈的请求。可接收来自HCP的反馈。可使用来自HCP的反馈来更新模型。

[0598] 在29306处,可使用模型和外科装置数据来确定、生成和/或配置控制程序更新,以改变控制程序在外科手术期间操作外科装置的方式。例如,基于由机器学习模型检测到的外科并发症的数据模式和不存在外科并发症的数据模式,在实际外科手术期间的外科装置操作参数和生物标志物测量数据与外科并发症的数据模式匹配的条件下,可为外科装置生成控制程序更新(诸如使用第二外科装置的更新)。

[0599] 在一个示例中,控制程序可以是模型。该模型可与外科装置相关联和/或部署在外科装置上。例如,外科装置可具有人工智能。可确定可能需要更新外科装置上的模型以改善外科装置的操作方式。控制程序更新可以是经改善的模型、用于所部署模型的训练数据、和/或用于更新外科装置上的模型的其他数据。例如,可训练经改善的模型,并且可将经改善的模型包括在控制程序更新中,使得经改善的模型可改变控制程序操作外科装置的方式。

[0600] 在一个示例中,控制程序可包括可改变外科装置可如何操作的外科装置参数。外科装置可具有可调整的多个参数。通过调整参数,可改变外科装置的操作方式。例如,这些参数可能会影响外科缝合器的击发功率。作为另一示例,这些参数可能会影响给予内镜切割器的功率。可确定控制程序更新以调整外科装置的一个或多个参数,从而改变外科装置的操作方式。

[0601] 在一个示例中,外科装置可包括控制程序,该控制程序可以是可控制外科装置如何操作的固件。例如,控制程序可以是操作外科装置上的硬件的软件。对控制程序的更新可包括参数、对固件的更新、对外科装置上的硬件的优化、对外科装置上的软件的优化等。控制程序更新可被设计成改善、替换、更新或扩充可在外科装置上操作的控制程序。例如,控制程序更新可被设计成提供当前在外科装置上操作的控制程序内可能未包括的高级特征。可设置对外科装置的控制程序更新以操作外科装置上的控制程序。并且在安装控制程序更新之后,外科装置可具有高级特征升级。

[0602] 在29308处,可将控制程序更新发送到外科装置。例如,所确定的使用第二外科装置参数的控制程序更新可被发送到外科装置以便在外科手术期间使用。作为另一示例,控制程序更新可更新模型、控制程序和或可由外科装置使用或在外科装置上操作的其他软件。

[0603] 可提供一种用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的计算系统和/或方法。该计算系统可包括处理器。该处理器可被配置成能够执行一种方法和/或多个动作。可确定指示。该指示可指示外科装置的操作行为可能未达最佳或者可以改善。例如,数据集合可包括一个或多个生物标志物,该一个或多个生物标志物可用于确定外科装置的操作行为可能未达最佳或可以改善的指示。可使用机器学习和/或数据集合来确定模型,该模型可优化和/或改善外科装置的操作行为以改善手术结果。可使用由医护人员(HCP)给出的反馈来更新该模型以改善该模型。可使用模型和数据集合来确定和/或生成控制程序更新。该控制程序更新可被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作该外科装置的方式。可将控制程序更新发送到外科装置。

[0604] 在一个示例中,可确定对反馈的请求。对反馈的请求可导致更快的学习周期来训

训练模型,该更快的学习周期优化和/或改善外科装置的操作行为。对反馈的请求可导致更快的训练周期,该更快的训练周期可优化和/或改善外科装置的操作行为。例如,该反馈可减少用于训练模型的数据量,可减少用于训练模型的时间量,可减少用户训练模型所需的信息量等。对反馈的请求可被发送到HCP。

[0605] 在一个示例中,可确定高级器械操作可减少患者的并发症和/或可改善患者的恢复率。例如,可根据该模型确定高级器械操作可减少患者的并发症和/或改善患者的恢复率。例如,通过改变控制程序在外科手术期间操作外科装置的方式以提供高级器械操作,可使用模型和数据集合来生成控制程序更新。

[0606] 在一个示例中,该模型还可提供风险级别评估,并且由HCP给出的反馈还可包括风险级别验证,该风险级别验证可指示HCP同意由模型提供的风险级别评估。例如,该模型可使用患者的一个或多个生物标志物来确定风险级别,并且可向HCP提供风险级别2。HCP可指示他们同意由模型提供的风险级别。

[0607] 在一个示例中,该模型可提供通知级别。通知级别可通过在外科手术期间寻求来自HCP的反馈来实现模型的改善。可设置通知级别,以便在外科手术期间寻求来自HCP的反馈而不干扰HCP。可设置通知级别,以便通过在外科手术期间减少对HCP的干扰来防止外科并发症。

[0608] 在一个示例中,该模型可提供通知级别,该通知级别可在外科手术期间减少对HCP的一个或多个干扰。

[0609] 在一个示例中,该模型可提供通知级别,该通知级别可通过在外科手术期间寻求来自HCP的反馈同时最小化在外科手术期间对HCP的一个或多个干扰来改善模型的质量。

[0610] 在一个示例中,可确定与可在外科手术期间操作外科装置的控制程序相关联的先前模型。可使用机器学习、数据集合和先前模型来确定、生成和/或训练模型,该模型可优化和/或改善外科装置的操作行为以改善手术结果。

[0611] 可提供一种用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的计算系统和/或方法。可根据可包括一个或多个生物标志物的数据集合确定外科装置的操作行为可能未达最佳或可以改善。可确定模型,该模型可优化和/或改善外科装置的操作行为并可预测外科并发症。例如,可使用机器学习和数据集合来确定模型。可使用由医护人员(HCP)给出的反馈来更新该模型以改善该模型。可使用模型和数据集合来生成控制程序更新。该控制程序更新可被配置成能够改变控制程序可在外科手术期间操作该外科装置的方式,以防止该外科并发症。可将控制程序更新发送到外科装置。

[0612] 在一个示例中,控制程序可以是第一控制程序更新,并且控制程序更新可以是第一控制程序更新。可使用模型和数据集合来生成第二控制程序更新。第二控制程序更新可被配置成能够改变第二控制程序操作与患者相关联的感测系统的方式以监测外科并发症。例如,第一控制程序更新可改变外科装置在外科手术期间如何操作以防止外科并发症,并且第二控制程序更新可改变传感器系统如何监测患者。

[0613] 在一个示例中,可确定对反馈的请求。对反馈的请求可以是针对可能导致更快的学习周期或训练周期来确定模型的反馈的,该模型可优化和/或改善外科装置的操作行为并可预测外科并发症。

[0614] 在一个示例中,反馈可由HCP提供者给出。反馈可包括外科并发症验证,该外科并

发病验证可指示HCP同意由模型预测的外科并发症。

[0615] 在一个示例中,该模型可提供针对外科并发症的风险级别评估。由HCP给出的反馈可包括风险级别验证,该风险级别验证可指示HCP同意由模型提供的针对外科并发症的风险级别评估。例如,该模型可预测患者可能经历外科并发症。

[0616] 在一个示例中,模型可提供通知级别,以通过在外科手术期间从HCP寻求关于外科并发症的反馈来改善模型的质量。例如,模型可确定其可能不具有关于外科手术的足够信息。该模型可确定来自HCP的反馈可以有益于该模型。该模型可设置和/或确定通知级别,使得通知级别可增加由HCP提供的反馈量,例如,以改善该模型。

[0617] 在一个示例中,该模型可提供通知级别,以通过在外科手术期间减少对HCP的一个或多个干扰来防止外科并发症。

[0618] 可提供一种用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的计算系统和/或方法。该计算系统可包括处理器。该处理器可被配置成能够执行多个动作和/或该方法。可使用来自感测系统的外科装置数据和生物标志物来确定外科装置的操作行为可能未达最佳或可以改善。可使用机器学习、外科装置数据和生物标志物来确定改善外科装置的操作行为以改善手术结果的模型。可使用由HCP给出的反馈来更新模型以改善模型。可使用模型和外科装置数据生成和/或确定控制程序更新。该控制程序更新可被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作该外科装置的方式。

[0619] 在一个示例中,可使用生物标志物和反馈来确定数据集合改善。可使用数据集合改善来更新模型。数据集合改善可以是以下中的一种或多种:数据集改善、数据集具有改善的准确度、数据集的方法改善、由数据提供的预测改善、假阳性被去除、数据过滤改善等。

[0620] 在一个示例中,生物标志物可以是第一生物标志物,并且感测系统可以是第一感测系统。可使用模型和反馈来确定传感器反馈改善。可使用传感器反馈改善从第二感测系统确定第二生物标志物。可使用第二生物标志物更新模型。传感器反馈改善可以是第二感测系统与第一感测系统相比可提供改善的生物标志物跟踪的指示。传感器反馈改善可以是以下指示:第二生物标志物可改善用第一生物标志物进行的诊断、可改善第一生物标志物的准确度、可与第一生物标志物互补、可确认基于第一生物标志物的预测、可与第一生物标志物一起使用来改善预测等。

[0621] 在一个示例中,手术结果可包括以下中的一者或多者:患者的并发症减少、患者的恢复率改善、感测系统的假阳性感测问题少等。

[0622] 在一个示例中,改善手术结果可包括通过确定是否可继续进行进一步治疗(诸如内窥镜式干预、新兴技术、靶向辐射、靶向干预和精确机器人对组织特异性位点和状况的应用来改善外科手术结果。此类数据分析可进一步采用结果分析处理,并且使用标准化方法可提供有益反馈以确认外科治疗和外科医生的行为,或建议修改外科治疗和外科医生的行为。

[0623] 图16描绘了用于应用机器学习来改善一个或多个患者监测措施的流程图。

[0624] 计算系统29384可包括计算硬件,该计算硬件包括处理器、存储器、输入/输出子系统等。处理器可被配置(经由专用硬件、软件、固件等)为变换所接收的数据并且导出用于输出的情境化。例如,处理器可包括微处理器、微控制器、FPGA和专用集成电路(ASIC)、片上系统(SOIC)、数字信号处理(DSP)平台、实时计算系统等。例如,处理器可被配置成能够实现如

本文所公开的计算功能和/或模块。例如,处理器可被配置用于聚集和/或过滤29358、聚集和/或过滤29360、机器学习29376、情境变换29378(例如,包括实时术中处理)、人工智能模型29380、患者分析29374等。

[0625] 计算系统29384可以是适于在外科手术之前和期间处理传感器、健康记录数据、用户输入等以变换数据并导出计算数据以供输出的任何装置。计算输出可包括传感器测量结果。计算数据可包括情境化数据。计算数据可包括例如情境,该情境可包括与传感器测量结果的当前理解和/或解释相关的附加信息。例如,情境可包括术前和/或治疗前基线。例如,情境可包括不正确连接和/或不正确操作的外科和/或感测系统的态势感知。例如,情境可包括对产品、外科计划和/或裕度的调整。

[0626] 计算系统29384可与适于实现本文所公开的功能的任何方法结合。例如,计算系统29384可被结合成独立的计算系统。例如,计算系统可结合到外科集线器(诸如在诸如图1所公开的外科集线器)中。例如,计算系统29384可结合到感测系统本身中(例如,感测术前和手术数据两者并提供情境化数据作为输出)。例如,计算系统29384可结合到外科装置本身中(接收术前和外科数据两者并提供情境化数据和/或警告作为输出)。

[0627] 可提供数据集合,诸如数据集合29340。机器学习29376可使用数据集合,诸如数据集合29340。机器学习29376可使用数据集合29340来训练模型、验证模型、确定模型等。

[0628] 数据集合29340可包括一个或多个数据源。例如,数据集合29340可包括手术数据集合29342、术后数据集合29344和计算数据29346。数据集合29340可包括一个或多个生物标志物。一个或多个生物标志物可来自一个或多个计算系统、外科感测系统、可穿戴装置、显示器、外科器械、外科装置、传感器系统、装置等。数据集合29340可包括患者的电子医疗记录、患者的数据、其他患者的数据、关于过去手术的数据、关于手术研究的数据、医疗数据、来自医护人员的指令、外科手术的计划等。

[0629] 数据集合29340可包括来自多个不同源的数据。例如,这些源可包括手术计划数据库29350、EMR 29352、外科感测系统29348、外科系统29349、可穿戴装置29354、来自医护人员29356的数据、术后感测系统29362和可穿戴装置29363。

[0630] 数据集合29340可包括手术数据集合29342。手术数据集合29342可包括来自一个或多个数据源的数据。手术数据集合29342可包括可在外科手术期间记录的可与患者相关的数据。手术数据集合29342可包括在外科手术期间已为患者记录的一个或多个生物标志物。例如,可在外科手术期间为患者记录患者的心率和血糖水平。

[0631] 手术数据集合29342可包括来自外科感测系统29348的数据。外科感测系统29348可包括适合于在外科手术之前、期间或之后感测和呈现可能相关的患者参数和/或生物标志物的硬件和软件装置的任何配置。此外外科感测系统29348可包括本文所公开的感测和监测系统任二者,包括非受控患者监测系统、受控患者监测系统等。例如,外科感测系统29348可包括可穿戴患者传感器系统。外科感测系统29348可提供适于建立患者生物标志物的基线的数据,以用于确定外科手术期间和/或之后的计算数据。外科感测系统29348可结合有感测系统20001或被结合到该感测系统中,如图1B所示。

[0632] 手术数据集合29342可包括来自可穿戴装置29354的数据。可穿戴装置29354可包括适合于在外科手术之前、期间或之后感测和呈现可能相关的患者参数和/或生物标志物的硬件和软件装置的任何配置。例如,可穿戴装置29354可提供适于建立患者生物标志物的

基线的数据,以用于在外科手术期间和/或之后确定情境数据。例如,可穿戴装置29354可包括本文公开的可穿戴装置中的任一可穿戴装置,诸如参考图1B的可穿戴装置。

[0633] 手术数据集合29342可包括手术计划29350。手术计划29350可包括与健康程序相关(例如,考虑到特定患者和/或设施与健康程序相关)的任何数据源。手术计划29248可包括指示期望的最终结果、要采用的外科策略、手术后勤等的结构化数据。手术计划29350可包括要使用的装备和/或要使用的技术的记账。手术计划29350可包括命令。手术计划29350可包括时间线。结构化数据可包括与对应值相关联的定义字段和/或数据标签。结构化数据可包括与外科步骤相关联的代码。

[0634] 手术数据集合29342可包括EMR 29352。EMR 29352可包括考虑到健康规程诸如外科手术而与患者相关的任何数据源。EMR 29352可包括诸如过敏和/或不良药物反应、慢性疾病、家族病史、疾病和/或住院治疗、成像数据、实验室测试结果、药物和剂量、处方记录、外科手术和其他规程的记录、疫苗接种、日常生活观察、由外科感测系统29348收集的信息、由可穿戴装置29354收集的信息等的信息。

[0635] 手术数据集合29342可包括来自外科医护人员(诸如HCP 29356)的数据。来自HCP 29356的数据可包括与术前感测系统、患者记录、手术计划等相关的任何数据。来自HCP 29356的数据可包括与计算系统(诸如计算系统29384)的操作、配置和/或管理相关的数据。例如,来自HCP 29356的数据包括可被提供给机器学习模块(诸如机器学习模块29376)的反馈。来自HCP 29356的数据可包括手动输入可能无法针对相关源直接接收的数据(诸如手动输入手动获取的生物标志物读数)。

[0636] 数据集合29340可包括术后数据集合29344。术后数据集合29344可包括来自一个或多个数据源的数据。术后数据集合29344可包括可在外科手术后记录的与患者相关的数据。手术数据集合29344可包括在外科手术后已为患者记录的一个或多个生物标志物。例如,可记录外科手术后患者的心率和血糖水平,以监测术后并发症和/或恢复里程碑。

[0637] 术后数据集合29344可包括一个或多个数据源。手术数据集合29290可包括来自术后感测系统29362、术后系统29361和可穿戴装置29363的数据。

[0638] 术后数据集合29344可包括来自术后感测系统29362的数据。术后感测系统29362可包括适于感测和呈现在外科手术期间可能相关的患者生物标志物的硬件和软件装置的任何配置。术后感测系统29362可包括本文所公开的感测和监测系统,包括受控患者监测系统、环境感测系统等。

[0639] 术后数据集合29344可包括来自术后感测系统29362的数据。术后感测系统29362可包括适于感测和呈现在外科手术之后可能相关的患者生物标志物的硬件和软件装置的任何配置。术后外科感测系统29362可包括本文所公开的感测和监测系统中的一者或多者,包括受控患者监测系统、外科医生监测系统、环境感测系统等。

[0640] 术后数据集合29344可包括来自可穿戴装置29363的数据。可穿戴装置29363可包括适合于在外科手术之前、期间或之后感测和呈现可能相关的患者参数和/或生物标志物的硬件和软件装置的任何配置。此类系统可由患者在外科手术之后、在医疗设施内部和外部使用任意时间量。为了说明,经由非受控患者监测系统,患者可在外科手术期间使用可穿戴心脏相关传感器。以及/或者,经由受控患者监测系统,医护人员可在患者外科手术的时间期间使用设施装备监测相同和/或类似的生物标志物。例如,可穿戴装置29363可提供适

合用于确定外科手术期间和/或之后的计算数据的数据。例如,可穿戴装置29363可包括本文公开的可穿戴装置中的任一可穿戴装置,诸如参考图1B的可穿戴装置。

[0641] 从手术数据源(诸如手术数据集合29342)所接收的数据可经受聚集和/或过滤29358。聚集和/或过滤29358可对从手术数据集合29342所接收的数据执行预处理。从手术数据源所接收的数据(诸如术后数据集合29344)可经受聚集和/或过滤29360。聚集和/或过滤29360可对从术后数据集合29344所接收的数据执行后处理。聚集和/或过滤29358以及聚集和/或过滤29360可用于准备和格式化数据以供计算系统29384使用。例如,聚集和/或过滤29358以及聚集和/或过滤29360可准备要由机器学习29376、情境变换29378、人工智能模型29380和患者分析29374处理的数据。

[0642] 通过聚集和/或过滤29358处理从手术数据集合29342所接收的数据可包括过滤(例如,从来自外科感测系统29348的数据流中选择传感器数据)。聚集和/或过滤29358可使用过滤来帮助抑制来自手术数据集合29342的数据中的噪声。聚集和/或过滤29358可使用一种方法来建立来自手术数据集合29342的生物标志物的基线。聚集和/或过滤29358可对来自手术数据集合29342的数据执行时间映射(例如,使来自不同源的接收值在时间上彼此对齐)。时间映射可能有助于相关性和比率分析,这可能发生在情境变换29378中。

[0643] 聚集和/或过滤29358可转换来自手术数据集合29342的数据。数据的转换可包括协调格式、协调数据类型、从一种格式转换到另一种格式、从一种数据类型转换到另一种数据类型、考虑数据源数据格式之间的差异以及考虑另一模块所期望的数据类型(诸如机器学习29376)。转换可包括将数据转换成适于机器学习、适于人工智能模型、适于患者分析、适于由外科装置控制程序使用和/或适于由可穿戴控制程序使用的格式。来自手术数据集合29342的数据可被转换成用于显示的通知,诸如显示在人机界面装置29368上。来自手术集合29342的数据可被转换成可被包括和/或用于通知29372的数据。

[0644] 通过聚集和/或过滤29360处理从术后数据集合29344所接收的数据可包括过滤(例如,从来自术后感测系统29362的数据流中选择传感器数据)。聚集和/或过滤29360可使用一种方法来建立来自术后数据集合29344的生物标志物的基线。聚集和/或过滤29360可使用过滤来帮助抑制来自术后数据集合29344的数据中的噪声。聚集和/或过滤29263可对来自术后数据集合29344的数据执行时间映射(例如,使来自不同源的接收值在时间上彼此对齐)。时间映射可能有助于相关性和比率分析,这可能发生在情境变换29278中。

[0645] 聚集和/或过滤29360可转换来自术后数据集合29344的数据。数据的转换可包括协调格式、协调数据类型、从一种格式转换到另一种格式、从一种数据类型转换到另一种数据类型、考虑数据源数据格式之间的差异以及考虑另一模块所期望的数据类型(诸如机器学习29376)。转换可包括将数据转换成适于机器学习、适于人工智能模型、适于患者分析、适于由外科装置控制程序使用和/或适于由可穿戴控制程序使用的格式。来自术后数据集合29344的数据可被转换成用于显示的通知,诸如显示在人机界面装置29368上。来自术后集合29344的数据可被转换成可被包括和/或用于通知29372的数据。

[0646] 情境变换29378可操作以提供数据的情境,诸如手术数据集合29342和/或术后数据集合29344。例如,情境变换29378可将数据变换成情境化手术数据,该情境化手术数据可被包括在计算数据集合29346中。为了说明,作为输入,情境变换可接收手术数据,该手术数据包括例如测量时间、传感器系统标识符和传感器值。情境变换29378可输出情境化手术数

据。情境变换29378可输出可由机器学习29376、患者分析29374和人工智能模型29380修改和/或增强的数据。

[0647] 情境变换29378可确定和/或存储可能彼此相关的数据。情境变换29378可确定数据可如何彼此相关。例如,情境变换29378可确定来自手术数据集29342的数据可与来自术后数据集29344的数据相关。情境变换29378可确定数据的情境。情境,例如与传感器测量结果的当前理解和/或解释相关的附加信息。

[0648] 计算数据集29346可由机器学习29376来确定和/或生成。例如,机器学习29376可从数据集29340接收数据,可应用机器学习模型,并且可使用机器学习模型来生成计算数据集29346。

[0649] 计算数据集29346可包括可由机器学习模型扩充和/或增强的一个或多个生物标志物。例如,可使用机器学习模型来修改一个或多个生物标志物以使一个或多个生物标志物更准确。计算数据集29346可包括可与患者、手术结果、诊断、发病率等相关联的一个或多个预测和/或概率。

[0650] 计算数据集29346可包括情境,例如与传感器测量的当前理解和/或解释相关的附加信息。例如,情境可包括术前和/或治疗前基线。例如,情境可包括不正确连接和/或不正确操作的外科和/或感测系统的态势感知。例如,情境可包括对产品、外科计划和/或裕度的调整。

[0651] 计算数据集29346可包括可提供情境的数据。情境可包括可能已由机器学习29360创建和/或确定的附加信息,该机器学习可将生物标志物置于针对医护人员的特定情境中。例如,计算数据集29346可包括关于传感器值的基线值的指令和/或信息、偏差的警告、来自患者记录的相关信息、外科手术的规程要素的相关信息、外科装置设置、和/或医护人员在传感器测量本身的时刻可能发现相关的任何信息。计算数据集29346可包括一个或多个数据标签。数据标签可包括记录数据(指示特定变换或其他处理已发生)。

[0652] 计算数据集29346可包括可由HCP 29370提供的数据。例如,HCP 29370可提供关于由机器学习29376提供的数据的反馈。计算数据集29346可包括可被发送到HCP 29370的数据。例如,HCP 29370可接收由机器学习29376提供的数据。来自HCP 29370的数据可包括与可穿戴装置、机器学习、患者分析、情境变换、人工智能模型等相关的任何数据。例如,HCP 29370可提供可与可穿戴装置29371、患者分析29374、人机界面装置29368、通知29372、计算系统29384和/或其任何组合相关联的数据。例如,HCP 29370可提供可触发与情境变换29378和/或机器学习29376的交互的数据。来自HCP 29370的数据可包括手动输入未直接接收的任何相关源的数据(诸如手动输入手动取得的生物标志物读数)。

[0653] 人机界面装置29368可包括适于产生情境化手术数据诸如情境化手术数据29294的可感知表示的任何装置。可感知表示可包括视觉指示、听觉指示等。人机界面装置29368可包括计算机显示器。例如,人机界面装置29368可包括视觉表示,该视觉表示包括计算机显示器上的文本和/或图像。人机界面装置29368可包括文本转语音装置。例如,人机界面装置29368可包括通过音频扬声器的合成语言提示。人机界面装置29368可将情境化手术数据传达给外科医生和/或手术团队。人机界面装置29368可包括和/或结合到本文所公开的任何合适的装置中。例如,人机界面装置29368可包括和/或结合到诸如在例如图2A中所公开的主显示器20023、第一非无菌人机交互装置20027和/或第二非无菌人机交互装置20029中

的任一者中。例如,人机界面装置29368可包括和/或结合到诸如在图2B中所公开的人机交互装置29368中。例如,人机界面装置29368可包括和/或结合到诸如在例如图7A中所公开的外科器械的显示器20224中。

[0654] 通知29372可包括适于生成相关计算数据可用和/或已改变的可感知指示的任何装置。指示可包括视觉指示、听觉指示、触觉指示等。通知29372可结合此处所公开的任何人机界面装置27020。通知29286可包括非语言和/或非文本指示以表示情境数据是可用的和/或已改变。例如,警告系统可包括音频音调、视觉颜色变化、光等。例如,通知可包括在可穿戴装置(诸如外科医生穿戴的智能手表)上的触觉“轻击”。通知29372可包括情境化数据、术前数据、手术数据和/或术后数据。通知29372可包括来自机器学习算法的请求,请求HCP提供关于以下项的反馈:数据、推荐以及人工智能模型的准确度、和训练数据的准确度、和机器学习的准确度、诊断、问题的指示、由机器学习生成的数据、患者分析、关于患者分析的结论、对外科装置控制程序的修改、外科装置控制程序、可穿戴控制程序、它们的任何组合等。例如,通知29372可请求HCP 29284提供关于机器学习模块29376的反馈。

[0655] 计算数据集合29346可包括来自可穿戴装置29371的数据。可穿戴装置29371可包括适合于在外科手术之前、期间或之后感测和呈现可能相关的患者参数和/或生物标志物的硬件和软件装置的任何配置。此类系统可由患者在手术之前、在医疗设施内部和外部使用任意时间量。为了说明,经由非受控患者监测系统,患者可在外科手术期间使用可穿戴心脏相关传感器。以及/或者,经由受控患者监测系统,医护人员可在患者外科手术的时间期间使用设施装备监测相同和/或类似的生物标志物。例如,可穿戴装置29371可提供适于在外科手术期间和/或之后在情境确定中使用的数据。例如,可穿戴装置29371可包括本文公开的可穿戴装置中的任一可穿戴装置,诸如参考图1B的可穿戴装置。

[0656] 计算数据集合29346可包括可穿戴控制程序,该可穿戴控制程序可能已由可穿戴控制程序29274发送到可穿戴装置29371。计算数据集合29346可包括可被发送到可穿戴装置29280的人工智能模型。

[0657] 机器学习模块29376可执行如本文所述的数据准备,以用于使用手术数据集合29342和术后数据集合29340(例如,数据集)来创建和训练用于术后患者分析的模型。

[0658] 在一个示例中,数据准备还可包括创建数据字段并将该数据字段附加到数据集中的(例如,每个)数据记录。数据字段可指示在根据术后数据(例如,从可穿戴装置29363和/或感测系统29362收集的)导出的相应外科手术之后是否出现术后并发症(例如,外科手术后出现的外科并发症)。新的数据字段可充当期望的输出标志,用于利用监督机器学习来训练术后患者分析AI模型29380,以改善患者分析29374(例如,改善的患者监测措施)。

[0659] 在这样的示例中,机器学习模块29376可针对基于决策树算法的术后患者分析AI模型29380执行模型训练、模型验证、模型测试。本领域技术人员将认识到,可使用任何其他合适的机器学习算法来构建模型29380。模型29380可学习当败血症相关生物标志物在第一术后阈值时段之后超过第一阈值并且随后在第二术后阈值时段之后超过第二阈值时在结肠外科手术之后出现术后并发症(例如,吻合口漏)的模式(除其他模式外)。例如,败血症相关生物标志物可以是核心体温、氧饱和度、心率、心率变异性或组织灌注压。

[0660] 因此,机器学习模块29376可被配置成能够当术后患者分析AI模型29380根据实际术后患者监测,基于对模型29380的术后输入数据检测到核心体温测量数据在第一术后阈

值时段之后已超过第一阈值时,向HCP 29370发送指示败血症的概率的中风险通知29372。机器学习模块29376可被进一步配置成能够当模型29380检测到核心体温测量数据在第二术后阈值时段之后已超过第二阈值时,向HCP 29370发送指示败血症的概率的高风险通知29372。以这种方式,模型29380可通过提供术后并发症的进展概率的指示来改善患者监测。在一个示例中,HCP 29370可基于生物标志物测量数据确定通知不正确,并向机器学习模块29376提供反馈。此外,机器学习模块29376可被配置成能够向患者29365发送类似的通知。

[0661] 在另一示例中,数据准备还可包括仅使用针对患有潜在病症(例如,2型糖尿病(T2DM))的患者的数据记录。因此,术后患者分析AI模型29380可改善专门针对这些患者的患者监测。在另一示例中,数据准备还可包括仅使用在运动期间收集的术后生物标志物测量数据。因此,术后患者分析AI模型29380可改善患者监测,特别是因为其于运动期间的生物标志物监测相关(例如,用于跟踪与减肥手术后的卡路里燃烧相关的恢复里程碑)。

[0662] 以下是上文描述的和/或附图所示的示例的不完全列表,并且在下文中可以要求或可以不要求保护。

[0663] 实施例1:一种用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的计算系统,该计算系统包括

[0664] 处理器,所述处理器被配置成能够:

[0665] 根据包括一个或多个生物标志物的数据集合确定外科装置的操作行为未达最佳的指示;

[0666] 使用该数据集合确定机器学习模型,该机器学习模型优化该外科装置的该操作行为以改善手术结果;

[0667] 使用由医护专业人员(HCP)给出的反馈来更新该模型以改善该模型;

[0668] 使用该模型和该数据集合来确定控制程序更新,该控制程序更新被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作该外科装置的方式;以及

[0669] 将该控制程序更新发送到该外科装置。

[0670] 在实施例1中,确定可包括训练、生成和/或确定。

[0671] 在实施例1中,改善手术结果可涉及使用数据集合和模型来预测外科并发症,使得控制程序更新被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作外科装置的方式,以防止外科并发症。

[0672] 可训练机器学习模型以确定和/或预测一个或多个手术结果和/或一个或多个外科并发症。可创建和/或训练机器学习模型以预测外科并发症的概率。

[0673] 可训练机器学习模型以检测第二外科装置操作参数可与在由数据集合(例如,生物标志物测量数据)表示的生理条件状态下不存在外科并发症相关的数据模式。该模型可预测外科装置可如何操作,可预测可穿戴装置可如何操作,可预测外科并发症(例如,风险级别评估),可预测手术结果,可预测手术成功率,和/或可预测改善的恢复率。该模型可例如通过指示疾病可能发生或可能正在发生的概率来诊断疾病。该模型可通过确定手术结果以及通过确定可在外科装置上调整以改善手术结果的一个或多个参数来优化外科装置的操作行为。该模型可通过确定手术结果以及通过确定可修改、更新和/或生成用于外科装置的控制程序以修改外科装置的操作行为来优化外科装置的操作行为。

[0674] 有利地,可以涉及用户/HCP较少时间和较少注意力的方式改善外科装置。

- [0675] 实施例2:根据实施例1所述的计算系统,其中,该处理器被进一步配置成能够:
- [0676] 确定对该反馈的请求将导致更快的学习周期来训练该模型,该模型优化该外科装置的该操作行为;以及
- [0677] 将对该反馈的该请求发送到该HCP。
- [0678] 有利地,实施例2允许强化学习。
- [0679] 实施例3:根据实施例1或实施例2所述的计算系统,其中,该处理器被进一步配置成能够根据该模型确定高级器械操作将减少患者的并发症和/或改善该患者的恢复率,并且其中该处理器被进一步配置成能够使用该模型和该数据集合,通过改变该控制程序在该外科手术期间操作该外科装置的方式以提供该高级器械操作来生成该控制程序更新。
- [0680] 有利地,可通过使用更新的控制程序来减少并发症和/或改善恢复率,这可通过减少用户/HCP修改来实现。
- [0681] 实施例4:根据实施例1至3中任一项所述的计算系统,其中,该模型还提供风险级别评估,并且任选地其中,由该HCP给出的该反馈还包括风险级别验证,该风险级别验证指示该HCP同意由该模型提供的该风险级别评估。
- [0682] 有利地,可更容易确定外科手术的风险级别评估,并且可通过HCP来强化机器学习。
- [0683] 实施例5:根据实施例1至4中任一项所述的计算系统,其中,该模型还基于该一个或多个生物标志物提供对患者的诊断,并且任选地其中,由该HCP给出的该反馈还包括诊断验证,该诊断验证指示该HCP同意由该模型提供的该诊断。
- [0684] 有利地,实施例5允许强化学习。
- [0685] 实施例6:根据实施例1至5中任一项所述的计算系统,其中,该模型还提供通知级别,以通过在该外科手术期间寻求来自该HCP的该反馈来实现该模型的改善。
- [0686] 有利地,可训练该模型以当存在外科并发症的高风险时向HCP发送通知。
- [0687] 实施例7:根据实施例1至6中任一项所述的计算系统,其中,该模型还提供通知级别,以减少在该外科手术期间对该HCP的干扰。
- [0688] 有利地,该模型可防止将不相关数据(例如,生物标志物测量数据)报告给HCP以减少干扰。
- [0689] 实施例8:根据实施例1至7中任一项所述的计算系统,其中,该模型还提供通知级别,以通过在该外科手术期间寻求来自该HCP的该反馈同时最小化在该外科手术期间对该HCP的干扰来改善该模型的质量。
- [0690] 有利地,实施例8允许外科手术期间的强化学习,同时最小化干扰,诸如报告不相关数据。
- [0691] 实施例9:根据实施例1至8中任一项所述的计算系统,其中,该处理器被进一步配置成能够确定与在该外科手术期间操作该外科装置的该控制程序相关联的先前机器学习模型,并且其中该处理器被进一步配置成能够使用该数据集合和该先前模型来确定该机器学习模型,该机器学习模型优化该外科装置的该操作行为以改善该手术结果。
- [0692] 有利地,先前模型可用于优化外科装置的操作行为,因此需要HCP/用户提供较少的输入来改善外科装置。
- [0693] 实施例10:一种用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的计算系统,该

计算系统包括

[0694] 处理器,所述处理器被配置成能够:

[0695] 根据包括一个或多个生物标志物的数据集合确定外科装置的操作行为未达最佳;

[0696] 使用该数据集合确定机器学习模型,该机器学习模型优化该外科装置的该操作行为并预测外科并发症;

[0697] 使用由医护专业人员 (HCP) 给出的反馈来更新该模型以改善该模型;

[0698] 使用该模型和该数据集合来确定控制程序更新,该控制程序更新被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作该外科装置的方式以防止该外科并发症;以及

[0699] 将该控制程序更新发送到该外科装置。

[0700] 在实施例10中,确定可包括训练、生成和/或确定。

[0701] 可训练机器学习模型以确定和/或预测一个或多个手术结果和/或一个或多个外科并发症。可创建和/或训练机器学习模型以预测外科并发症的概率。

[0702] 可训练机器学习模型以检测第二外科装置操作参数可与在由数据集合(例如,生物标志物测量数据)表示的生理条件状态下不存在外科并发症相关的数据模式。该模型可预测外科装置可如何操作,可预测可穿戴装置可如何操作,可预测外科并发症(例如,风险级别评估),可预测手术结果,可预测手术成功率,和/或可预测改善的恢复率。该模型可例如通过指示疾病可能发生或可能正在发生的概率来诊断疾病。该模型可通过确定手术结果以及通过确定可在外科装置上调整以改善手术结果的一个或多个参数来优化外科装置的操作行为。该模型可通过确定手术结果以及通过确定可修改、更新和/或生成用于外科装置的控制程序以修改外科装置的操作行为来优化外科装置的操作行为。

[0703] 有利地,可以涉及用户/HCP较少时间和较少注意力的方式改善外科装置。

[0704] 实施例11:根据实施例10所述的计算系统,其中,该控制程序是第一控制程序,该控制程序更新是第一控制程序更新,并且该处理器被进一步配置成能够使用该模型和该数据集合来生成第二控制程序更新,该第二控制程序更新被配置成能够改变第二控制程序操作与患者相关联的感测系统的方式以监测该外科并发症。

[0705] 有利地,可同时更新多个控制程序,因为该模型能够为多个控制程序生成控制程序更新。

[0706] 实施例12:根据实施例10或实施例11所述的计算系统,其中,该处理器被进一步配置成能够:

[0707] 确定对该反馈的请求将导致更快的学习周期来确定该机器学习模型,该机器学习模型优化该外科装置的该操作行为并预测该外科并发症;以及

[0708] 将该反馈的该请求发送到该HCP。

[0709] 有利地,可降低学习周期的速度(即,可减少完成学习周期所花费的时间)。

[0710] 实施例13:根据实施例10至12中任一项所述的计算系统,其中,由该HCP给出的该反馈还包括外科并发症验证,该外科并发症验证指示该HCP同意由该模型预测的该外科并发症。

[0711] 有利地,实施例13提供强化学习。

[0712] 实施例14:根据实施例10至13中任一项所述的计算系统,其中,该模型还提供针对该外科并发症的风险级别评估,并且任选地其中,由该HCP给出的该反馈还包括风险级别验

证,该风险级别验证指示该HCP同意由该模型提供的针对外科并发症的该风险级别评估。

[0713] 有利地,可更容易确定外科手术的风险级别评估,并且可通过HCP来强化机器学习。

[0714] 实施例15:根据实施例10至14中任一项所述的计算系统,其中,该模型还提供通知级别,以通过在该外科手术期间从该HCP寻求关于该外科并发症的反馈来改善该模型的质量。

[0715] 有利地,实施例15允许外科手术期间的强化学习。

[0716] 实施例16:根据实施例10至15中任一项所述的计算系统,其中,该模型还提供通知级别,以通过减少在该外科手术期间对该HCP的干扰来防止该外科并发症。

[0717] 有利地,该模型可防止将不相关数据(例如,生物标志物测量数据)报告给HCP以减少干扰。

[0718] 实施例17:一种由计算系统执行的用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的方法,该方法包括:

[0719] 使用从感测系统接收的数据集合确定外科装置的操作行为未达最佳,其中该数据集合包括生物标志物;

[0720] 使用该数据集合确定机器学习模型,该机器学习模型改善该外科装置的该操作行为以改善该手术结果;

[0721] 使用由医护人员(HCP)给出的反馈来更新该模型以改善该模型;

[0722] 使用该模型和该数据集合来确定控制程序更新,该控制程序更新被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作该外科装置的方式;以及

[0723] 将该控制程序更新发送到该外科装置。

[0724] 该数据集合可包括外科装置数据,并且使用外科装置数据和生物标志物来执行确定机器学习模型,并且使用外科装置数据来执行控制程序更新。

[0725] 可训练机器学习模型以确定和/或预测一个或多个手术结果和/或一个或多个外科并发症。可创建和/或训练机器学习模型以预测外科并发症的概率。

[0726] 可训练机器学习模型以检测第二外科装置操作参数可与在由数据集合(例如,生物标志物测量数据)表示的生理条件状态下不存在外科并发症相关的数据模式。该模型可预测外科装置可如何操作,可预测可穿戴装置可如何操作,可预测外科并发症(例如,风险级别评估),可预测手术结果,可预测手术成功率,和/或可预测改善的恢复率。该模型可例如通过指示疾病可能发生或可能正在发生的概率来诊断疾病。该模型可通过确定手术结果以及通过确定可在外科装置上调整以改善手术结果的一个或多个参数来优化外科装置的操作行为。该模型可通过确定手术结果以及通过确定可修改、更新和/或生成用于外科装置的控制程序以修改外科装置的操作行为来优化外科装置的操作行为。

[0727] 有利地,可以涉及用户/HCP较少时间和较少注意力的方式改善外科装置。

[0728] 实施例18.根据实施例17所述的方法,其中,该方法还包括:

[0729] 使用该生物标志物和该反馈来确定数据集合改善;以及

[0730] 使用该数据集合改善来更新该模型。

[0731] 数据集合改善可以是以下中的一者或多者:数据集改善、数据集具有改善的准确度、数据集的方法改善、由数据提供的预测改善、假阳性被去除和/或数据过滤改善。

- [0732] 有利地,可通过改善数据集合来改善模型的准确度。
- [0733] 实施例19.根据实施例17或实施例18所述的方法,其中,该生物标志物是第一生物标志物,该感测系统是第一感测系统,并且该方法还包括:
- [0734] 使用该模型和该反馈来确定传感器馈送改善;以及
- [0735] 使用该传感器馈送改善从该第二感测系统确定第二生物标志物;以及
- [0736] 使用该第二生物标志物来更新该模型。
- [0737] 传感器反馈改善可以是第二感测系统与第一感测系统相比可提供改善的生物标志物跟踪的指示。传感器反馈改善还可以是以下指示:第二生物标志物可改善用第一生物标志物进行的诊断、可改善第一生物标志物的准确度、可与第一生物标志物互补、可确认基于第一生物标志物的预测和/或可与第一生物标志物一起使用来改善预测。
- [0738] 有利地,可通过使用第二感测系统来改善模型的准确度。
- [0739] 实施例20.根据实施例1至9中任一项所述的计算系统,或根据实施例17至19中任一项所述的方法,其中,该手术结果包括以下中的一者或多者:患者的并发症减少、该患者的恢复率改善、该感测系统的假阳性感测问题少。
- [0740] 实施例21:一种计算机可读介质,该计算机可读介质包括指令,该指令在由计算机执行时使该计算机执行根据实施例17至20中任一项所述的方法。
- [0741] 以下是上文描述的和/或附图所示的方面的不完全列表,并且在下文中可以要求或可以不要求保护。
- [0742] 方面1.一种用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的计算系统,该计算系统包括
- [0743] 处理器,所述处理器被配置成能够:
- [0744] 根据包括一个或多个生物标志物的数据集合确定外科装置的操作行为未达最佳的指示;
- [0745] 使用机器学习和该数据集合确定模型,该模型优化该外科装置的该操作行为以改善手术结果;
- [0746] 使用由医护专业人员(HCP)给出的反馈来更新该模型以改善该模型;
- [0747] 使用该模型和该数据集合来确定控制程序更新,该控制程序更新被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作该外科装置的方式;以及
- [0748] 将该控制程序更新发送到该外科装置。
- [0749] 方面2.根据方面1所述的计算系统,其中,所述处理器被进一步配置成能够:
- [0750] 确定对该反馈的请求将导致更快的学习周期来训练该模型,该模型优化该外科装置的该操作行为;以及
- [0751] 将该反馈的该请求发送到该HCP。
- [0752] 方面3.根据方面1所述的计算系统,其中,该处理器被进一步配置成能够根据该模型确定高级器械操作将减少患者的并发症和/或改善该患者的恢复率,并且其中该处理器被进一步配置成能够使用该模型和该数据集合,通过改变该控制程序在该外科手术期间操作该外科装置的方式以提供该高级器械操作来生成该控制程序更新。
- [0753] 方面4.根据方面1所述的计算系统,其中,该模型还提供风险级别评估,并且其中由该HCP给出的该反馈还包括风险级别验证,该风险级别验证指示该HCP同意由该模型提供

的该风险级别评估。

[0754] 方面5.根据方面1所述的计算系统,其中,该模型还基于该一个或多个生物标志物提供对患者的诊断,并且其中由该HCP给出的该反馈还包括诊断验证,该诊断验证指示该HCP同意由该模型提供的该诊断。

[0755] 方面6.根据方面1所述的计算系统,其中,该模型还提供通知级别,以通过在该外科手术期间寻求来自该HCP的该反馈来实现该模型的改善。

[0756] 方面7.根据方面1所述的计算系统,其中,该模型还提供通知级别,以减少在该外科手术期间对该HCP的干扰。

[0757] 方面8.根据方面1所述的计算系统,其中,该模型还提供通知级别,以通过在该外科手术期间寻求来自该HCP的该反馈同时最小化在该外科手术期间对该HCP的干扰来改善该模型的质量。

[0758] 方面9.根据方面1所述的计算系统,其中,该处理器被进一步配置成能够确定与在该外科手术期间操作该外科装置的该控制程序相关联的先前模型,并且其中该处理器被进一步配置成能够使用该机器学习、该数据集合和该先前模型来确定该模型,该模型优化该外科装置的该操作行为以改善该手术结果。

[0759] 方面10.一种用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的计算系统,该计算系统包括

[0760] 处理器,所述处理器被配置成能够:

[0761] 根据包括一个或多个生物标志物的数据集合确定外科装置的操作行为未达最佳;

[0762] 使用机器学习和该数据集合确定模型,该模型优化该外科装置的该操作行为并预测外科并发症;

[0763] 使用由医护专业人员(HCP)给出的反馈来更新该模型以改善该模型;

[0764] 使用该模型和该数据集合来确定控制程序更新,该控制程序更新被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作该外科装置的方式以防止该外科并发症;以及

[0765] 将该控制程序更新发送到该外科装置。

[0766] 方面11.根据方面10所述的计算系统,其中,该控制程序是第一控制程序,该控制程序更新是第一控制程序更新,并且该处理器被进一步配置成能够使用该模型和该数据集合来生成第二控制程序更新,该第二控制程序更新被配置成能够改变第二控制程序操作与患者相关联的感测系统的方式以监测该外科并发症。

[0767] 方面12.根据方面10所述的计算系统,其中,该处理器被进一步配置成能够:

[0768] 确定对该反馈的请求将导致更快的学习周期来确定该模型,该模型优化该外科装置的该操作行为并预测该外科并发症;以及

[0769] 将对该反馈的该请求发送到该HCP。

[0770] 方面13.根据方面10所述的计算系统,其中,由该HCP给出的该反馈还包括外科并发症验证,该外科并发症验证指示该HCP同意由该模型预测的该外科并发症。

[0771] 方面14.根据方面10所述的计算系统,其中,该模型还提供针对该外科并发症的风险级别评估,并且其中由该HCP给出的该反馈还包括风险级别验证,该风险级别验证指示该HCP同意由该模型提供的针对外科并发症的该风险级别评估。

[0772] 方面15.根据方面10所述的计算系统,其中,该模型还提供通知级别,以通过在该

外科手术期间从该HCP寻求关于该外科并发症的反馈来改善该模型的质量。

[0773] 方面16.根据方面10所述的计算系统,其中,该模型还提供通知级别,以通过减少在该外科手术期间对该HCP的干扰来防止该外科并发症。

[0774] 方面17.一种由计算系统执行的用于将机器学习应用于数据集合以改善手术结果的方法,该方法包括:

[0775] 使用来自感测系统的外科装置数据和生物标志物确定外科装置的操作行为未达最佳;

[0776] 使用机器学习、该外科装置数据和该生物标志物确定模型,该模型改善该外科装置的该操作行为以改善该手术结果;

[0777] 使用由医护人员(HCP)给出的反馈来更新该模型以改善该模型;

[0778] 使用该模型和该外科装置数据来确定控制程序更新,该控制程序更新被配置成能够改变控制程序在外科手术期间操作该外科装置的方式;以及

[0779] 将该控制程序更新发送到该外科装置。

[0780] 方面18.根据方面17所述的方法,其中,该方法还包括:

[0781] 使用该生物标志物和该反馈来确定数据集合改善;以及

[0782] 使用该数据集合改善来更新该模型。

[0783] 方面19.根据方面17所述的方法,其中,该生物标志物是第一生物标志物,该感测系统是第一感测系统,并且该方法还包括:

[0784] 使用该模型和该反馈来确定传感器馈送改善;以及

[0785] 使用该传感器馈送改善从该第二感测系统确定第二生物标志物;以及

[0786] 使用该第二生物标志物来更新该模型。

[0787] 方面20.根据方面17所述的方法,其中,该手术结果包括以下中的一者或多者:患者的并发症减少、该患者的恢复率改善、该感测系统的假阳性感测问题少。

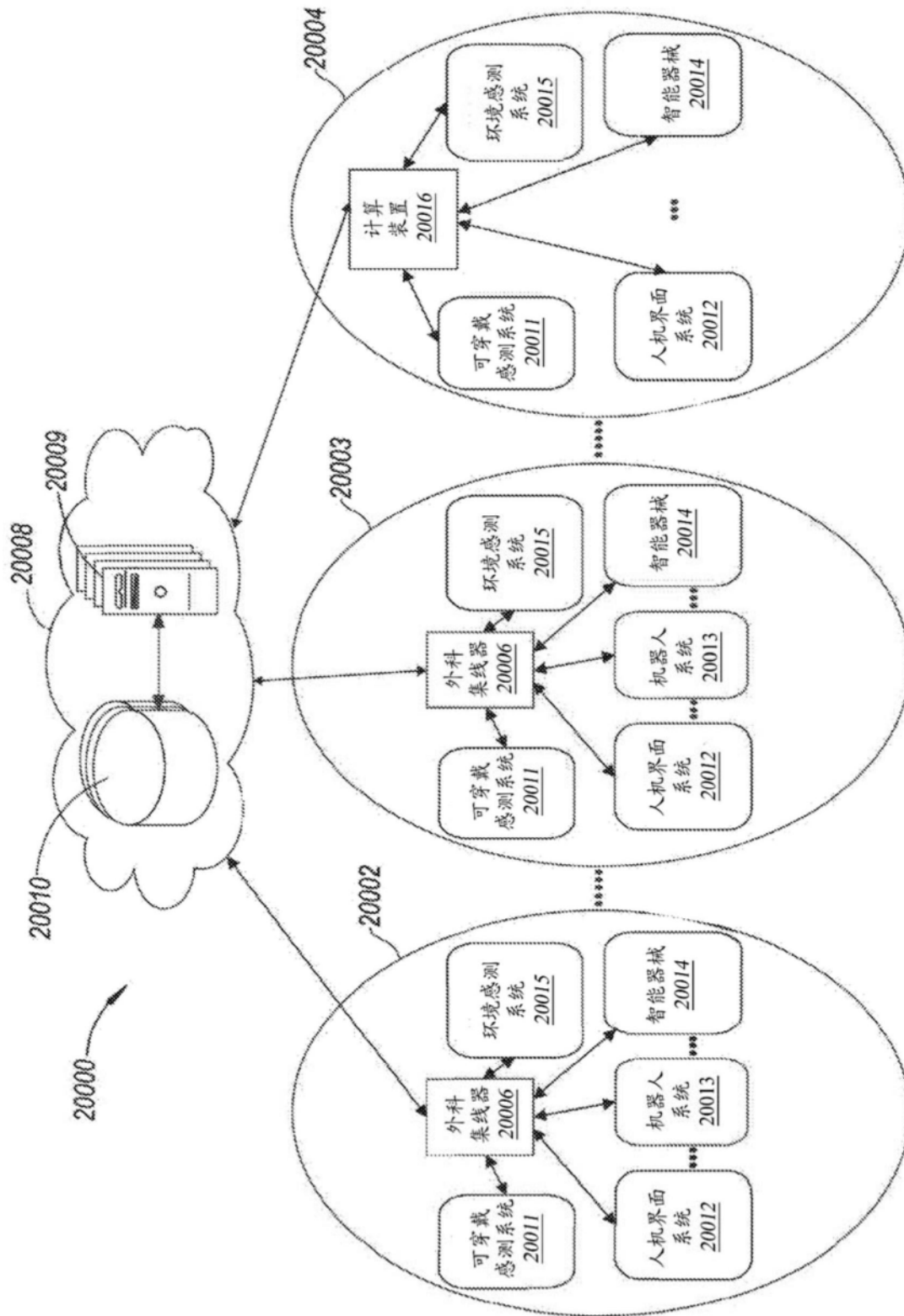


图1A

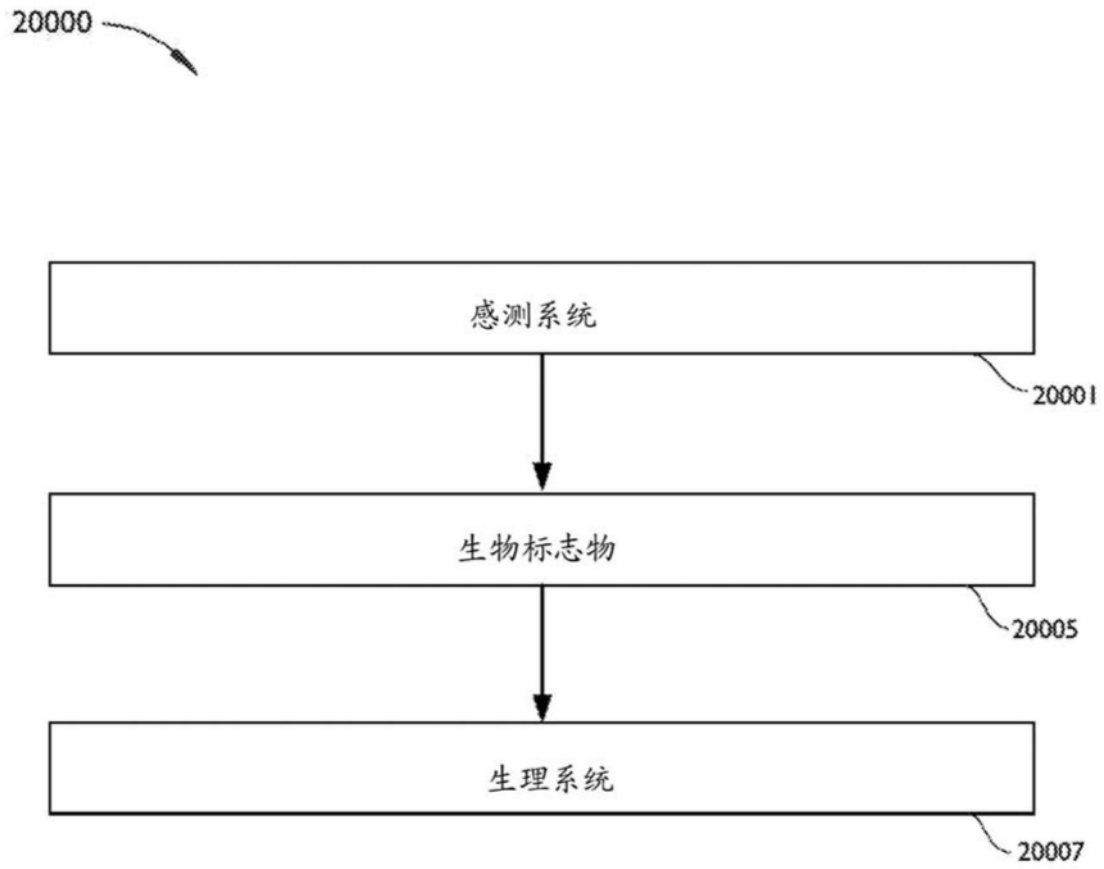


图1B

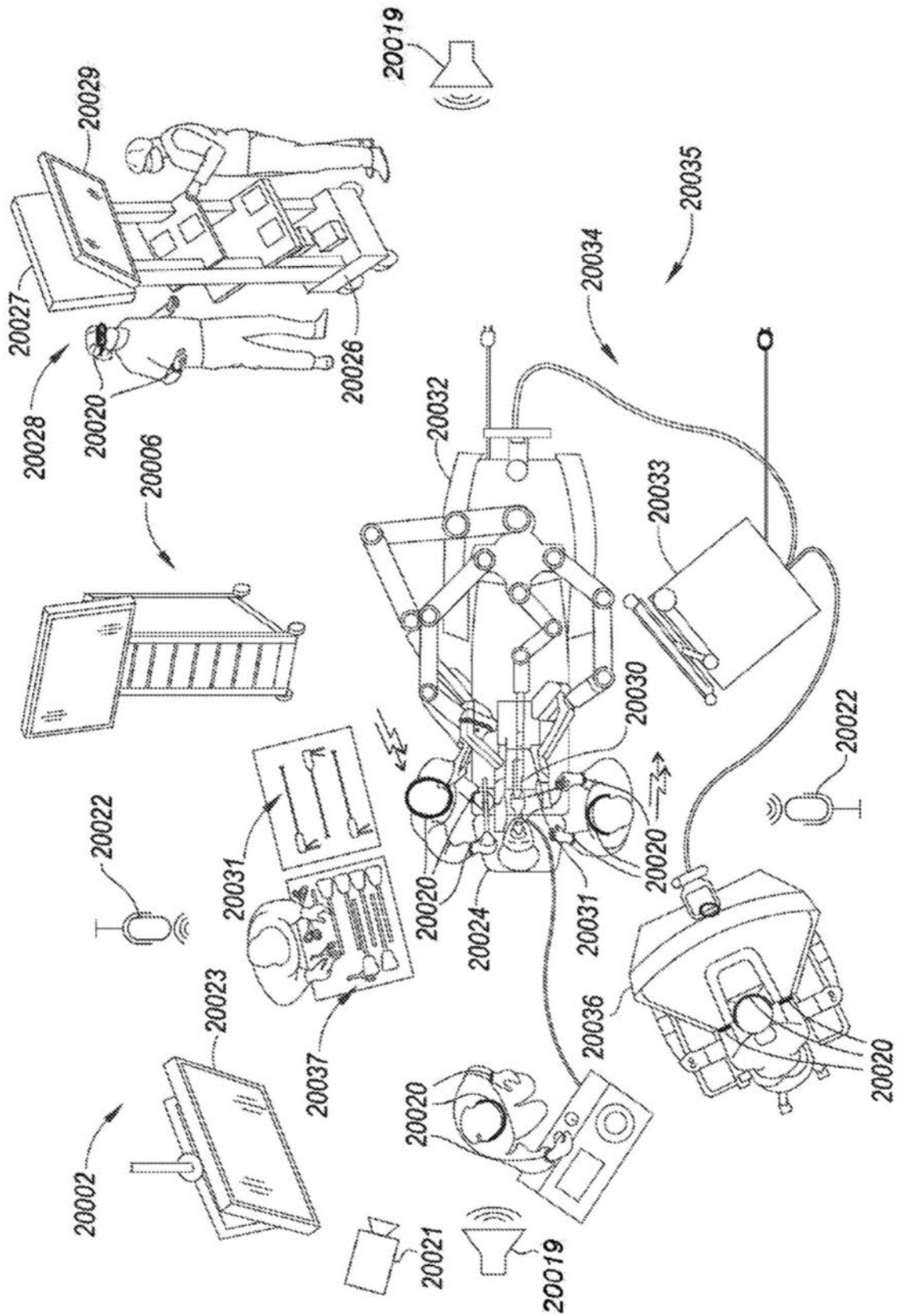


图2A

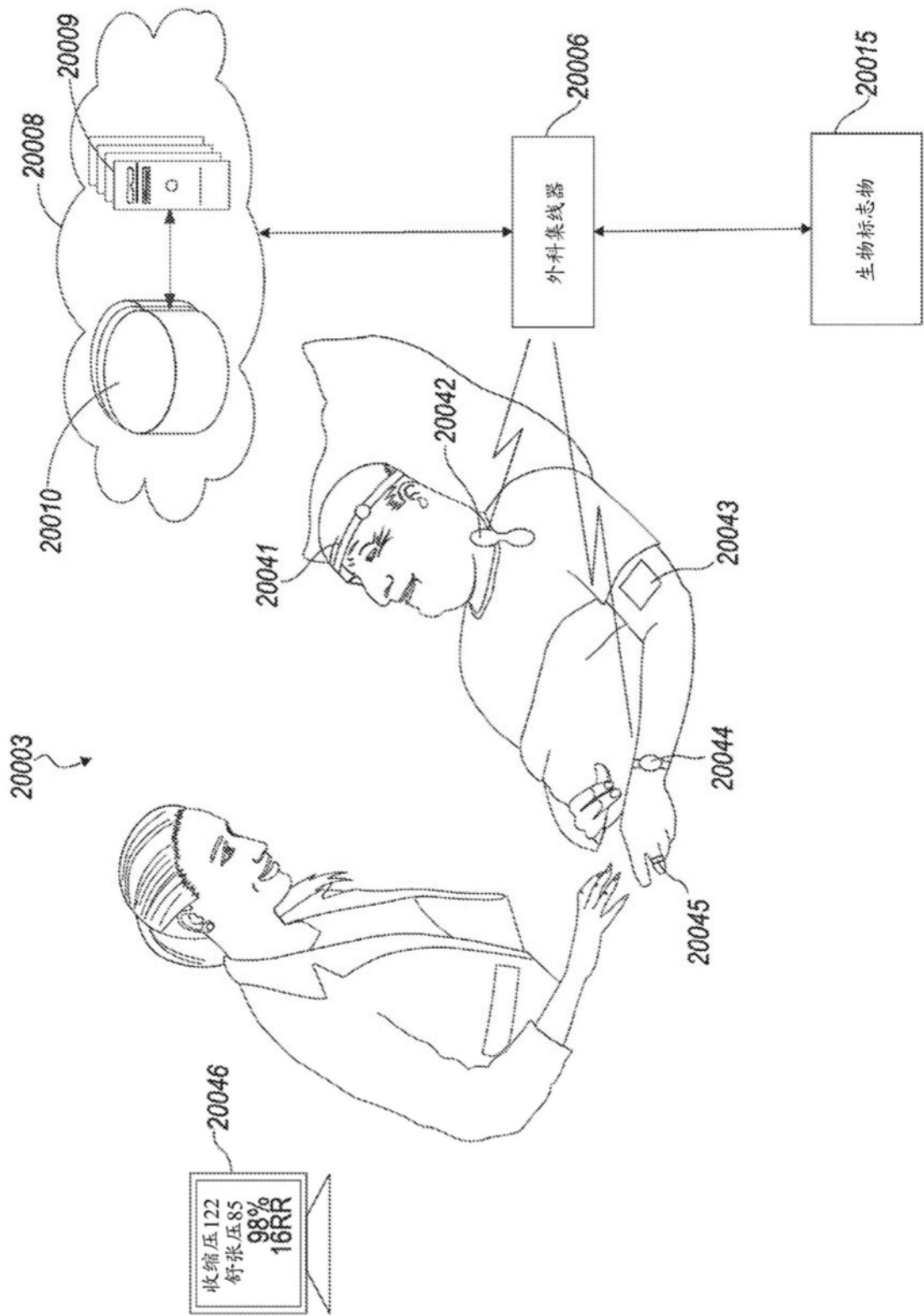


图2B

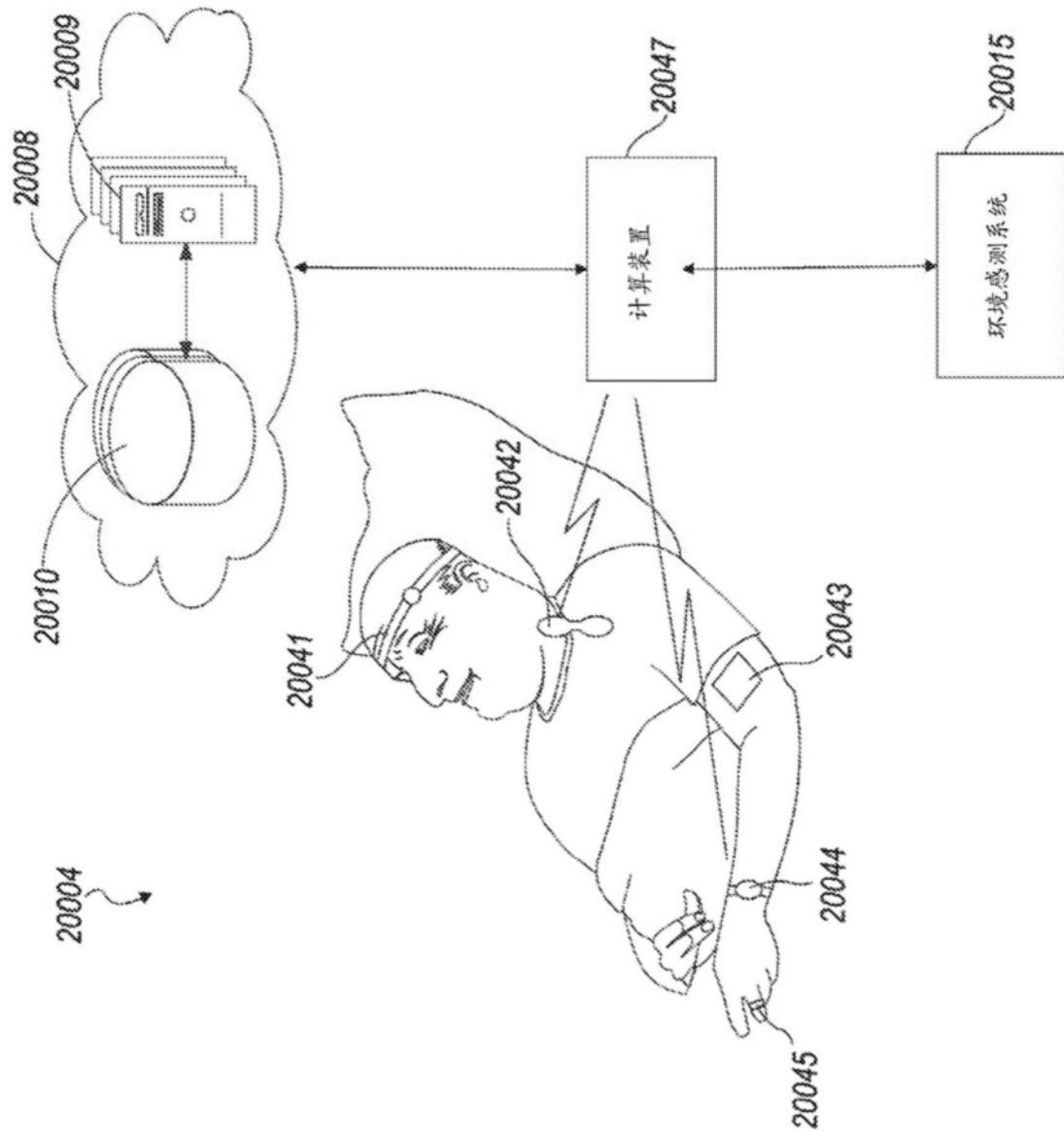


图2C

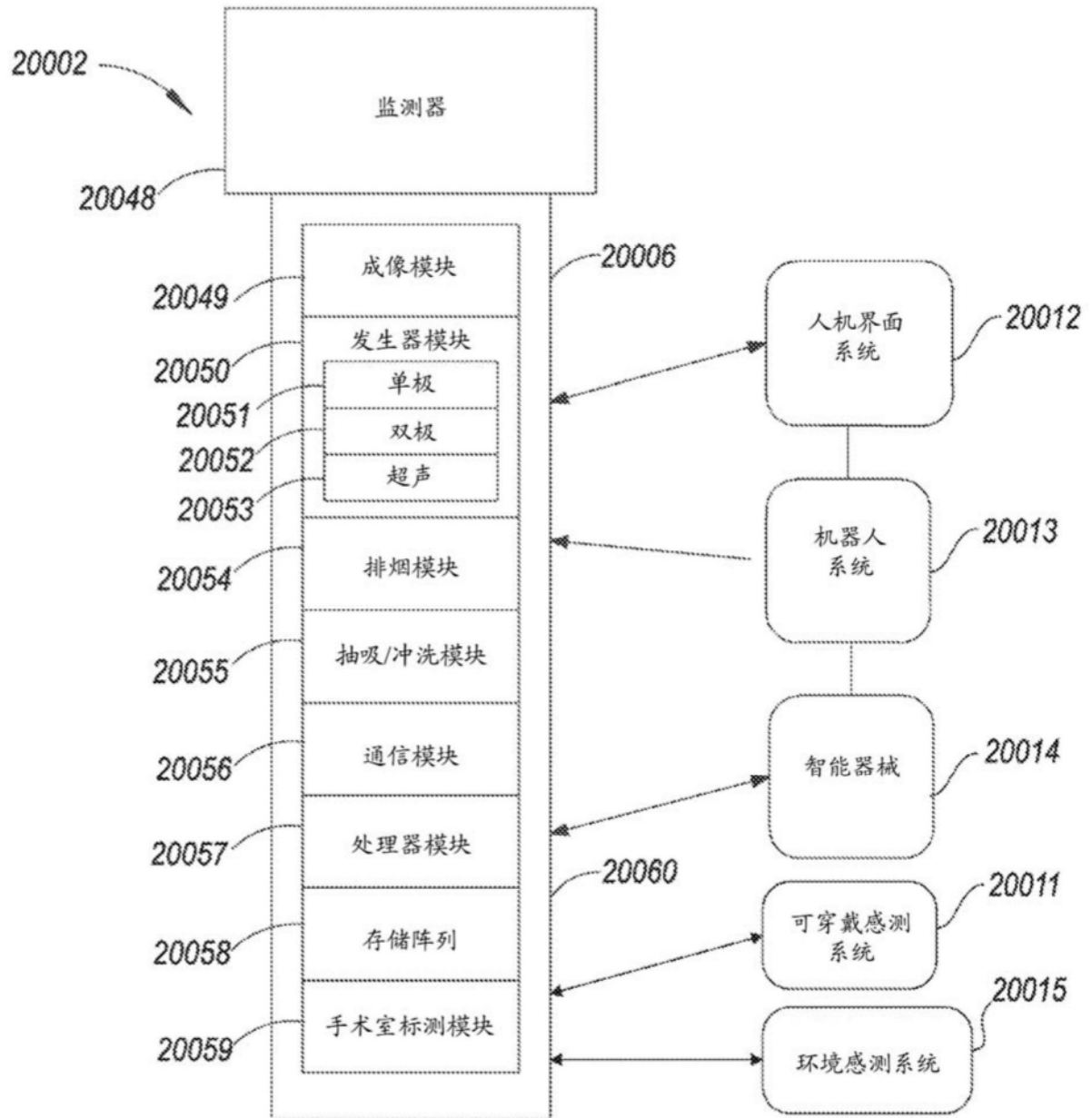


图3

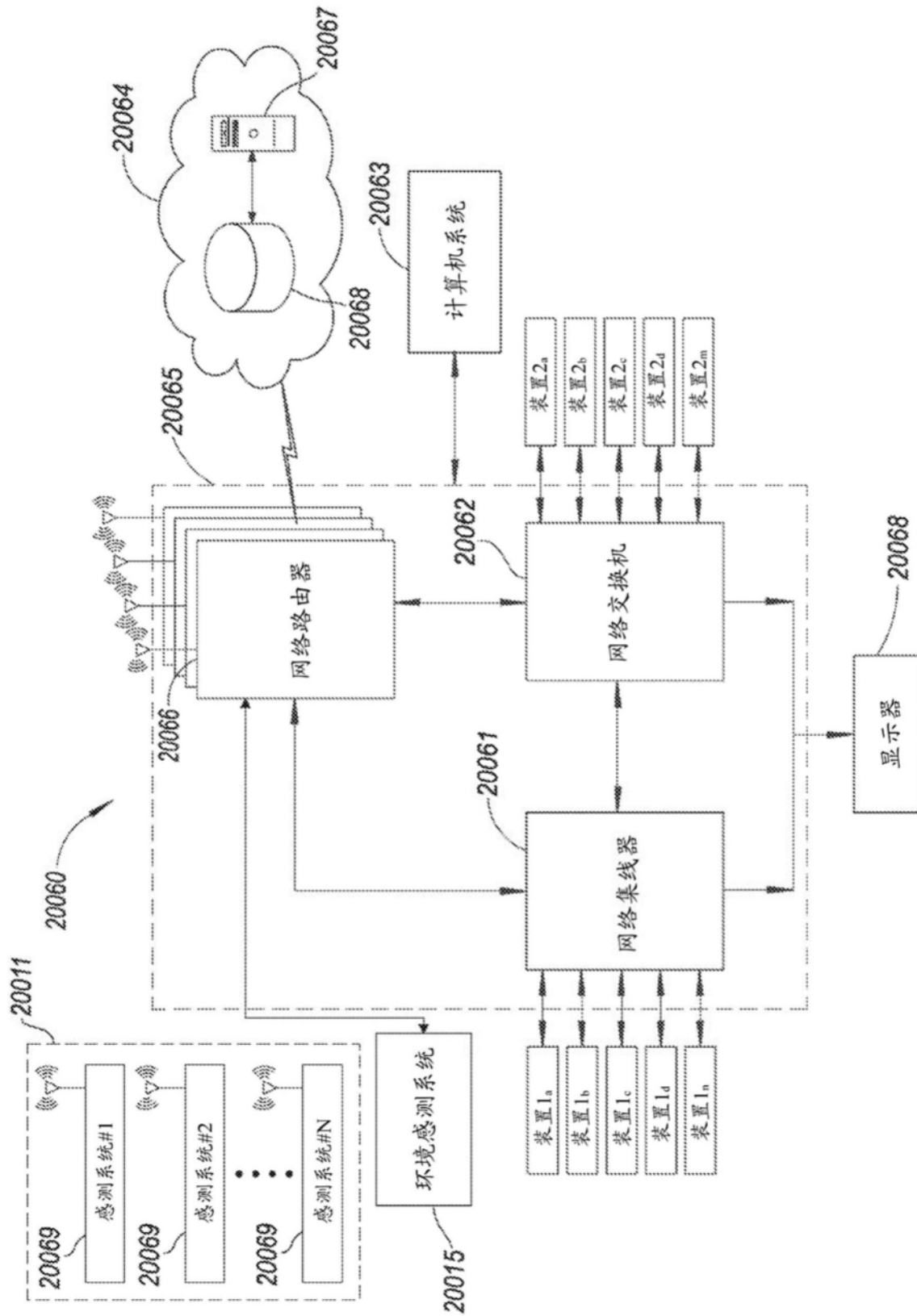


图4

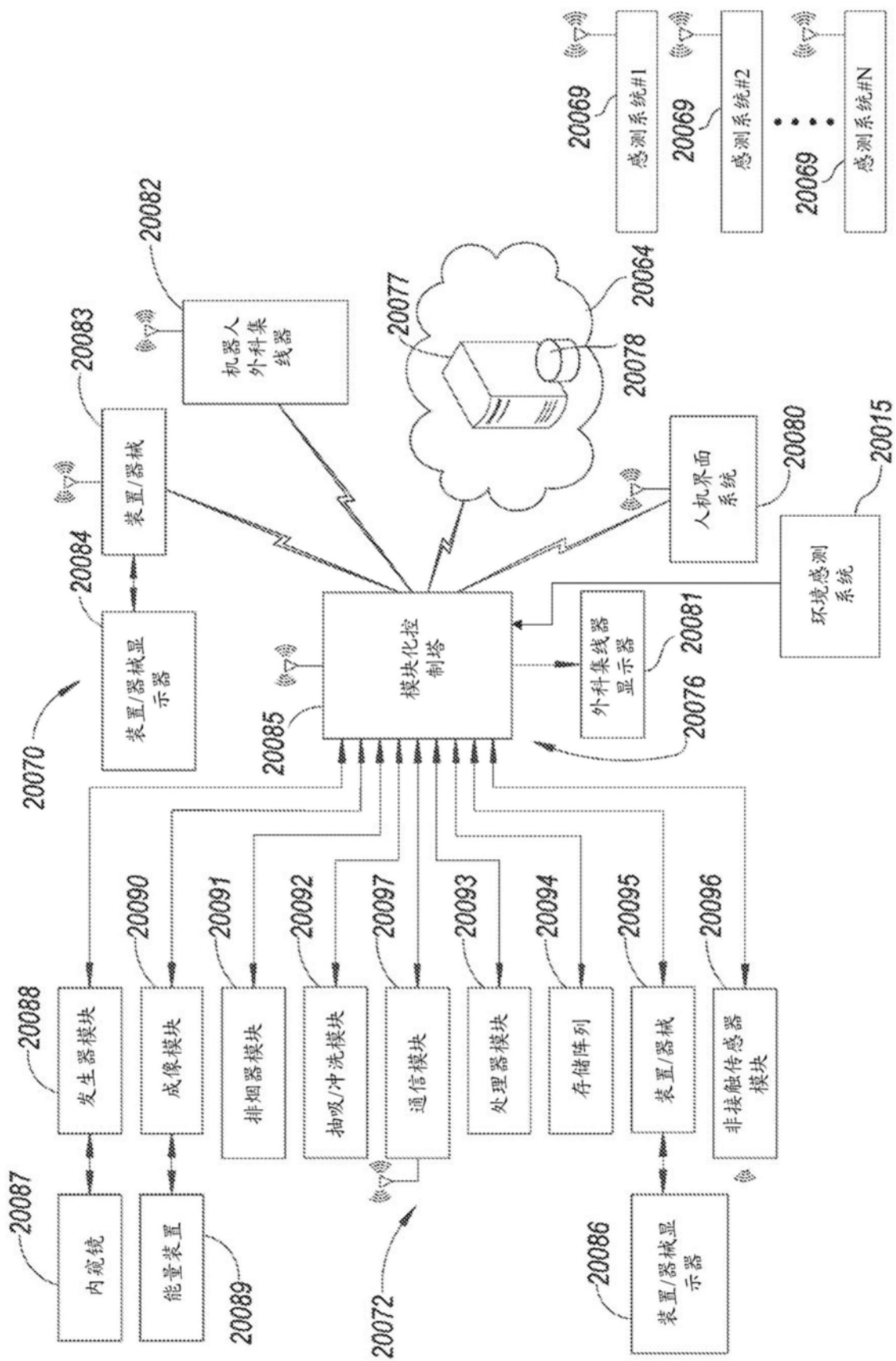


图5

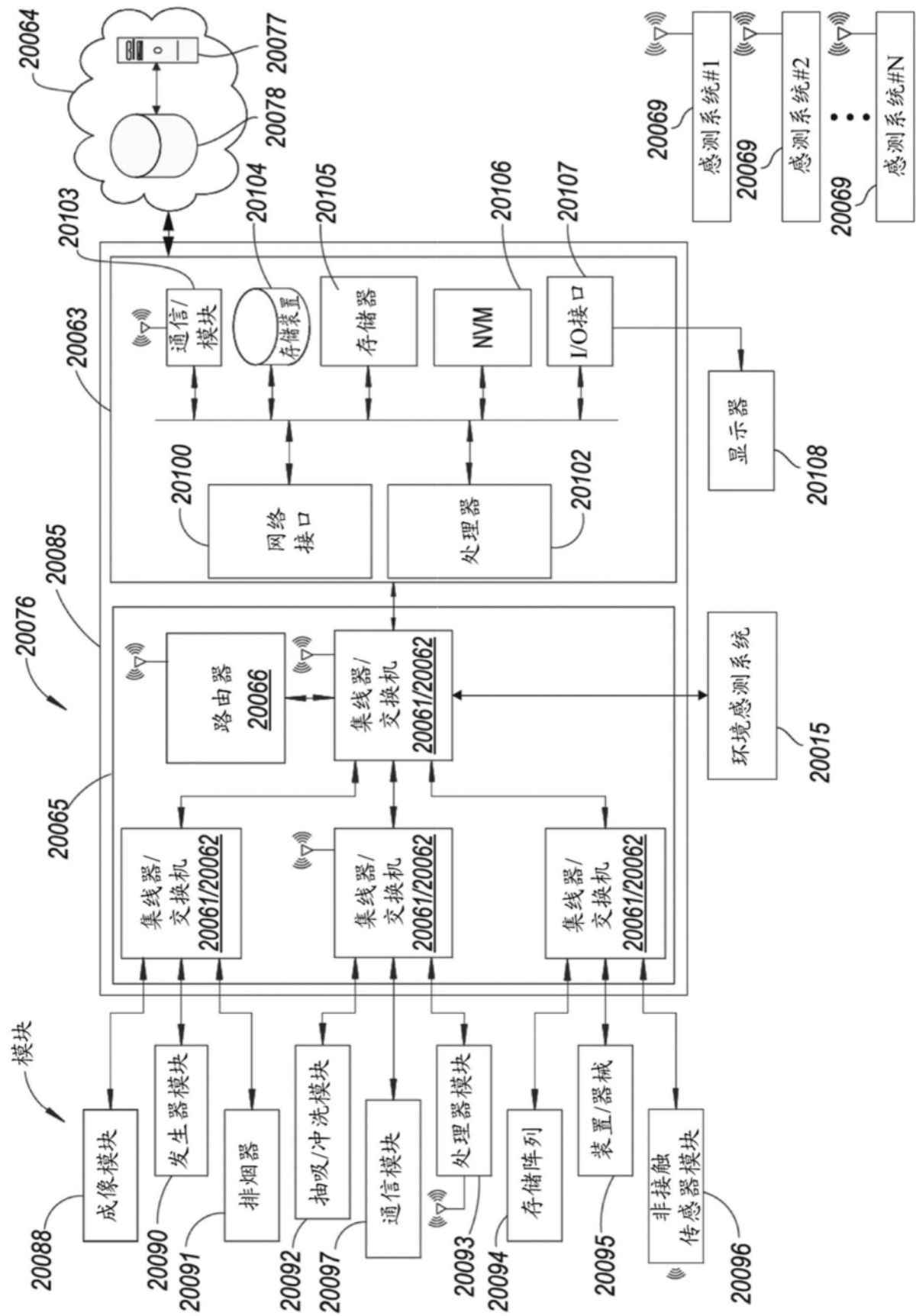


图6A

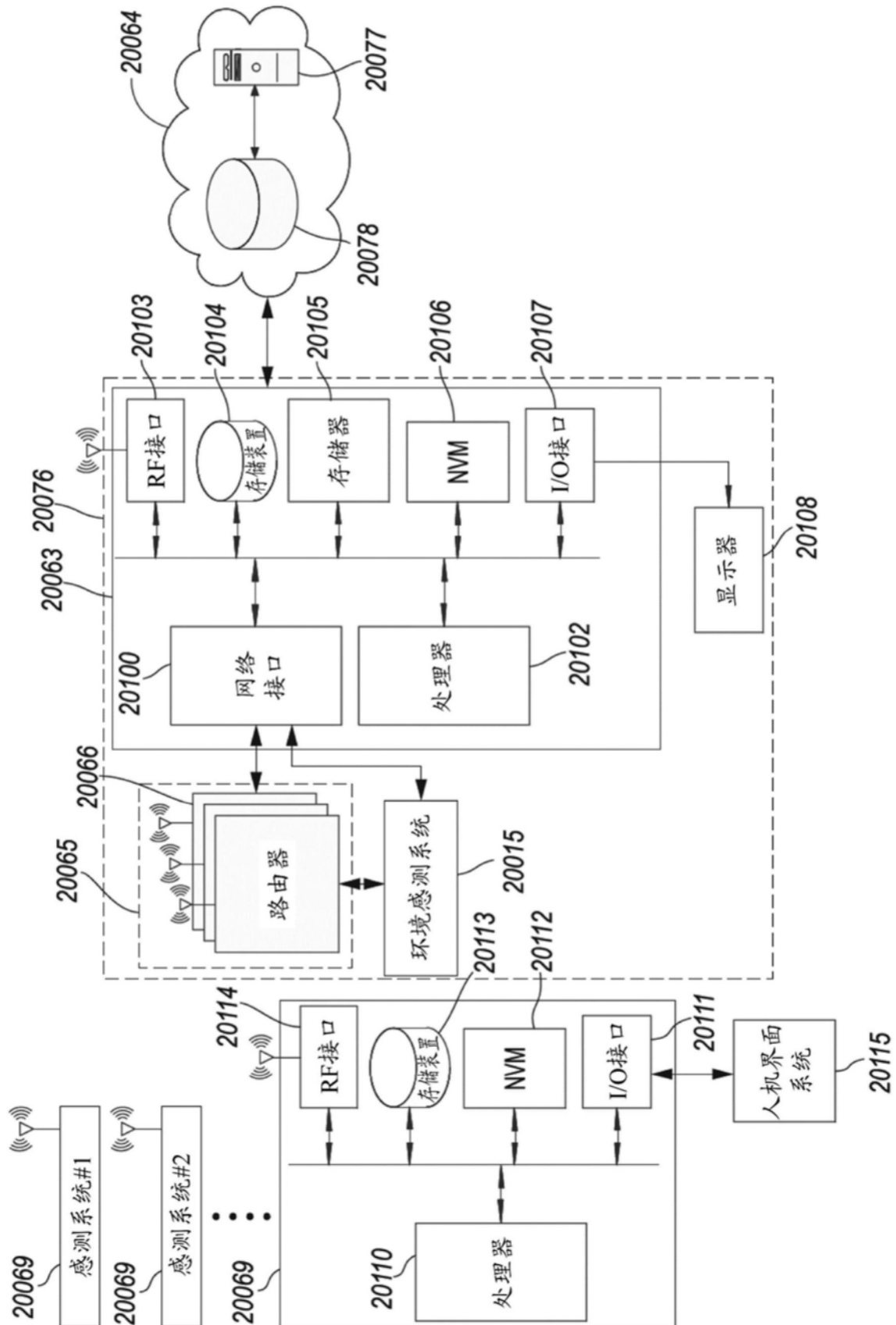


图6B

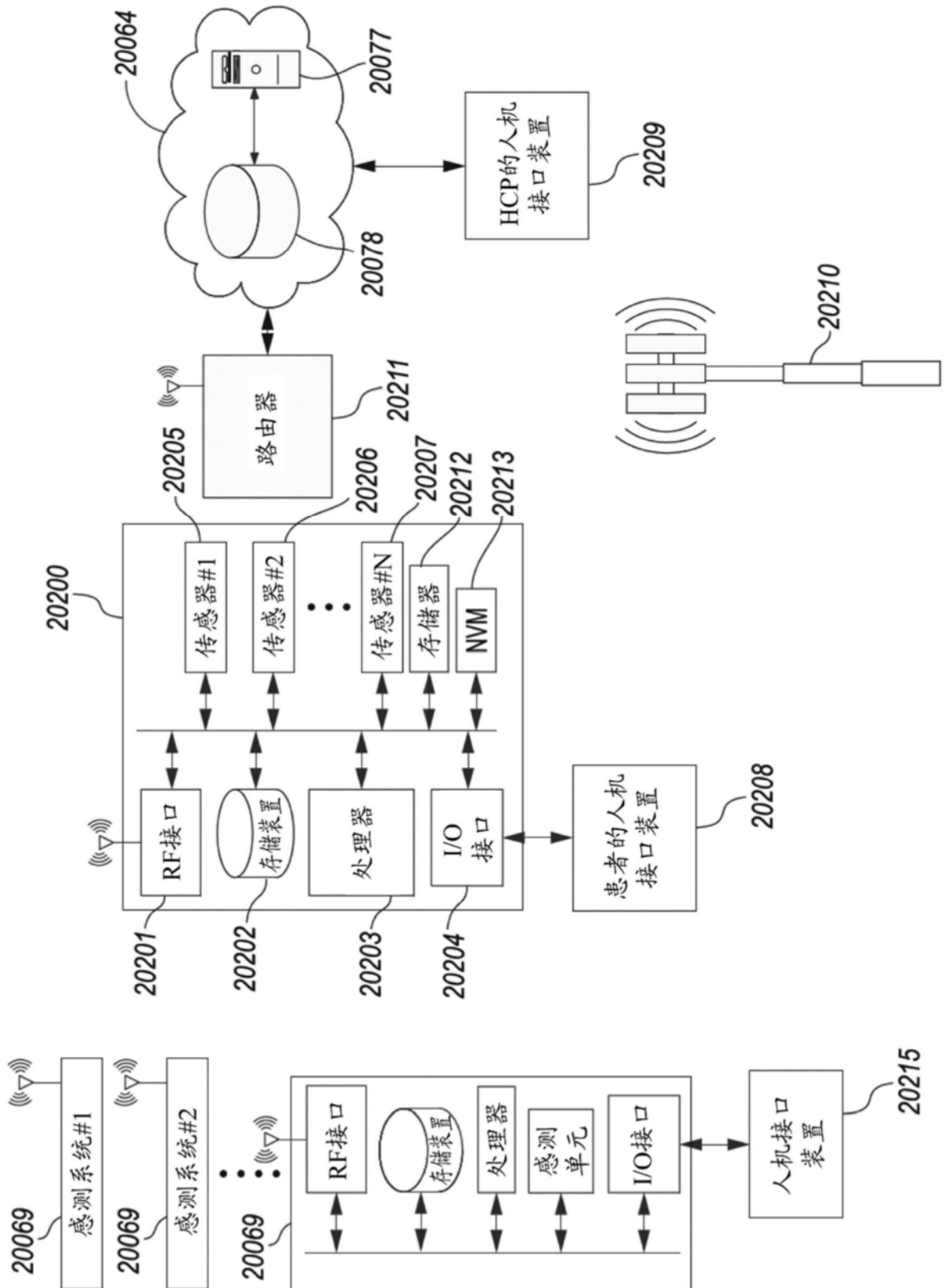


图6C

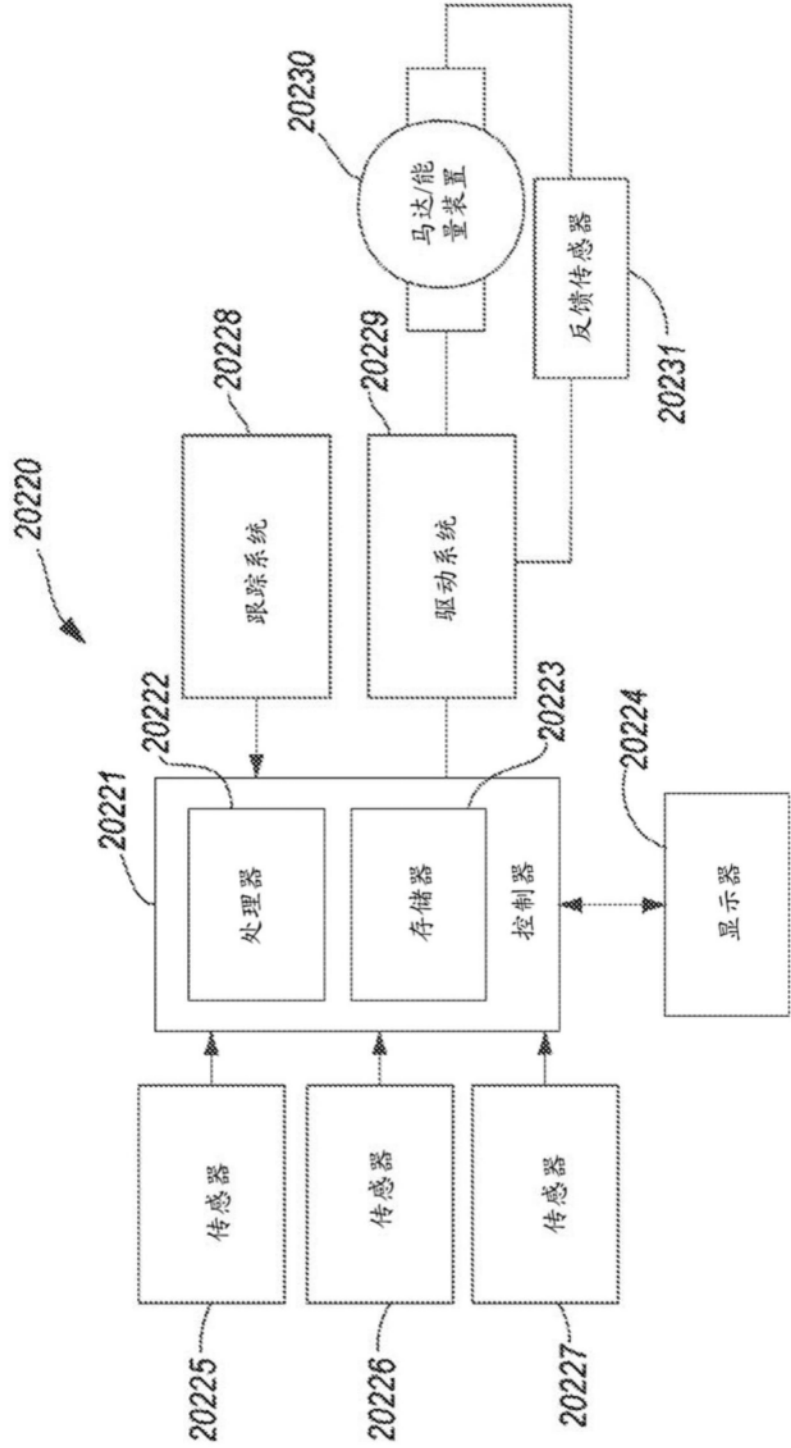


图7A

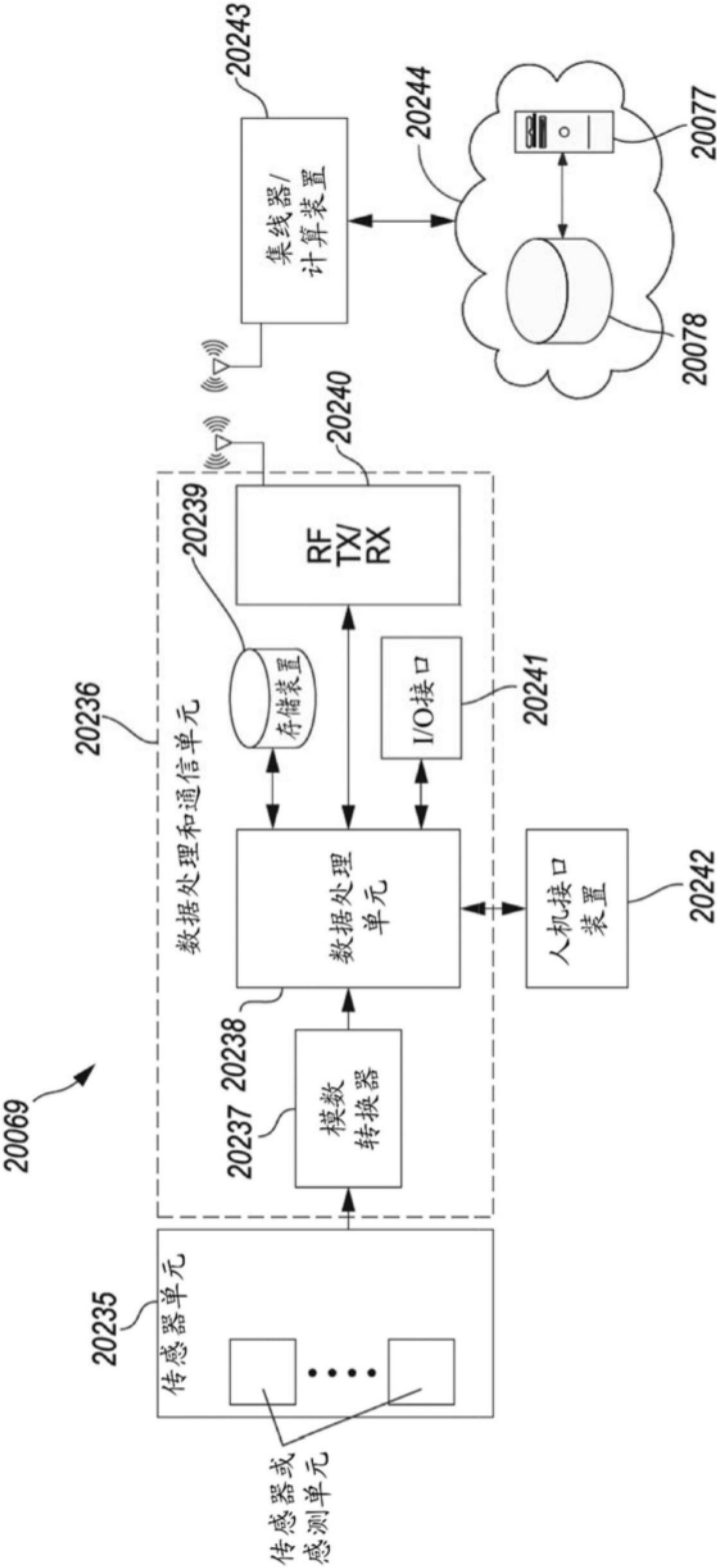


图7B

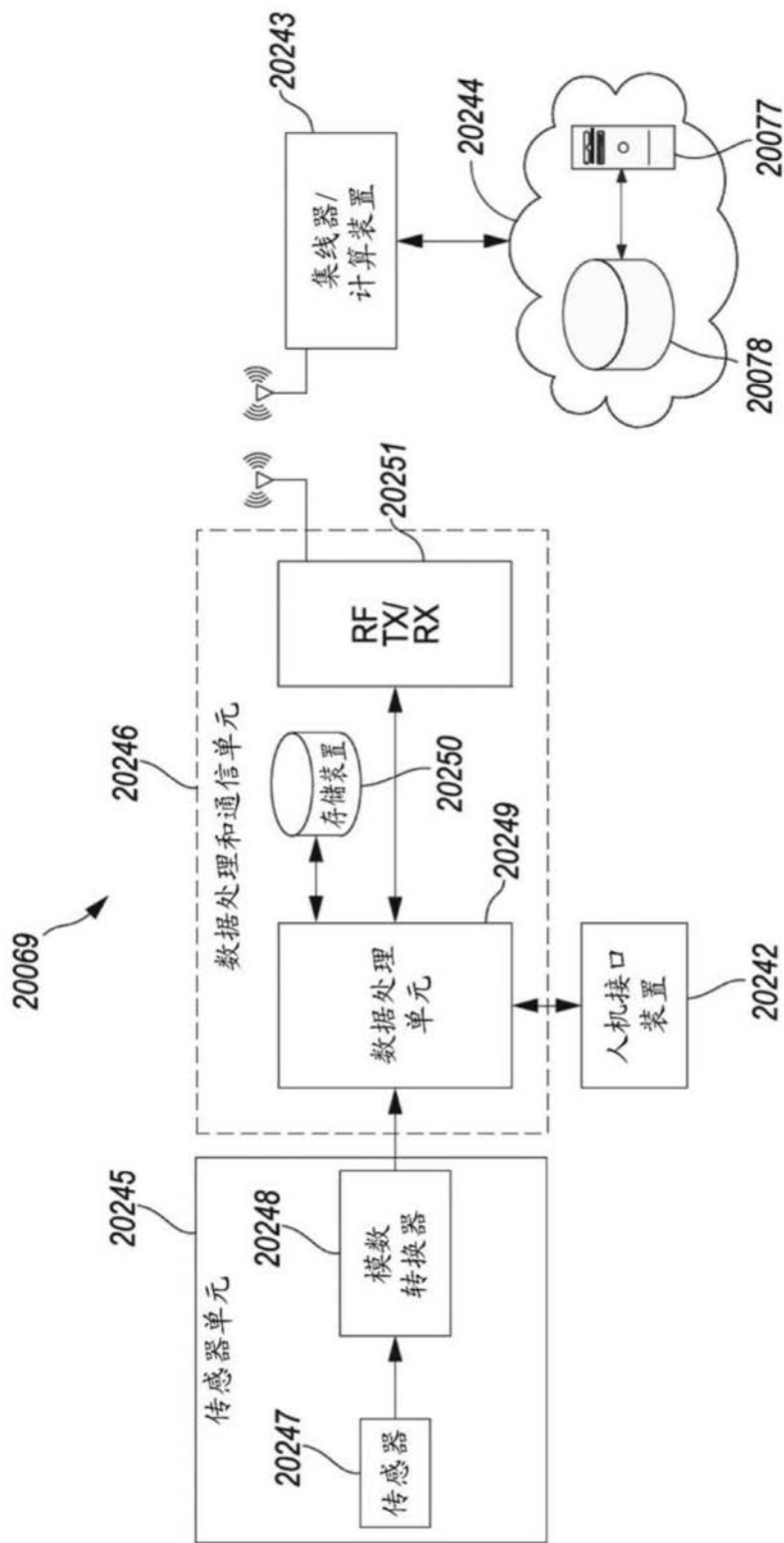


图7C

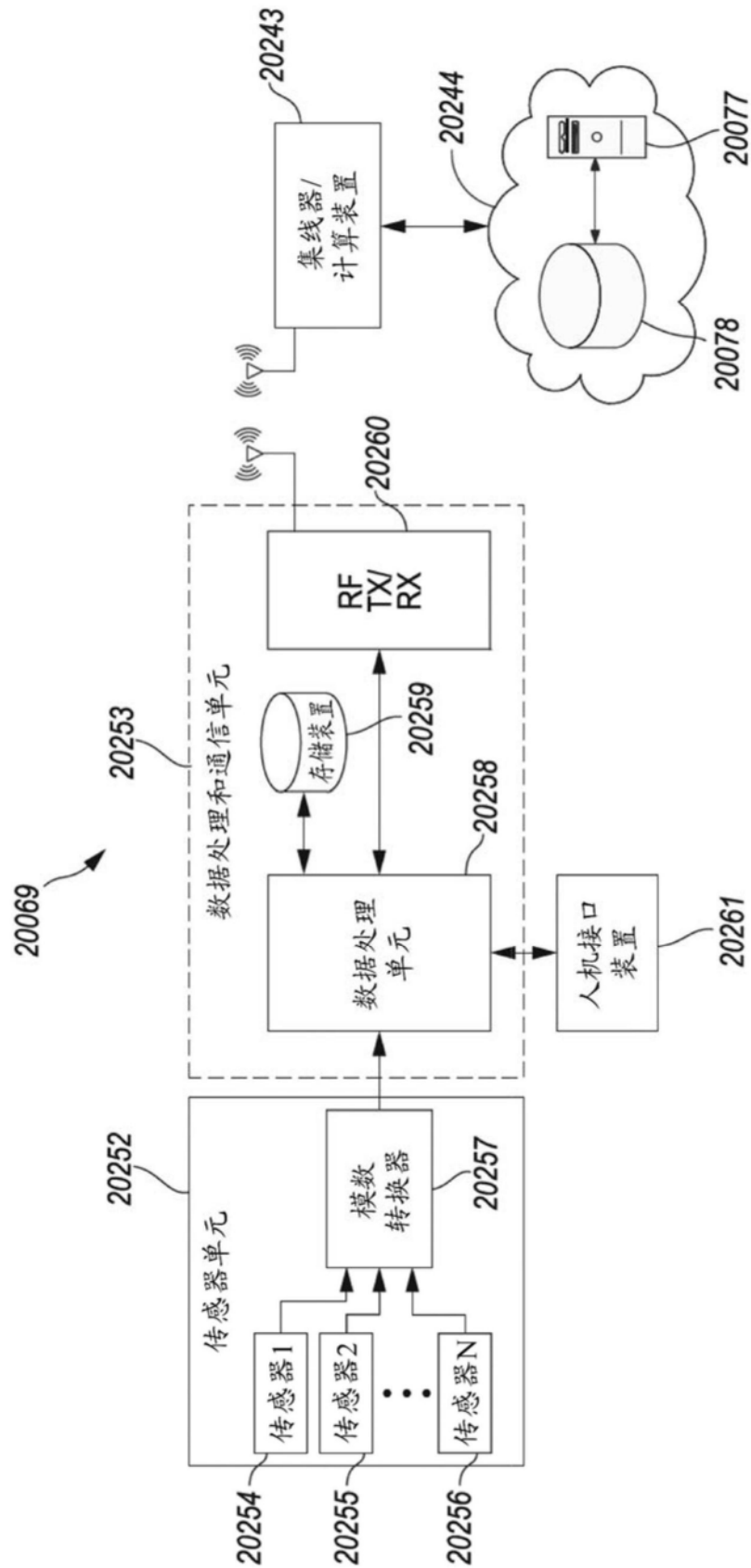


图7D

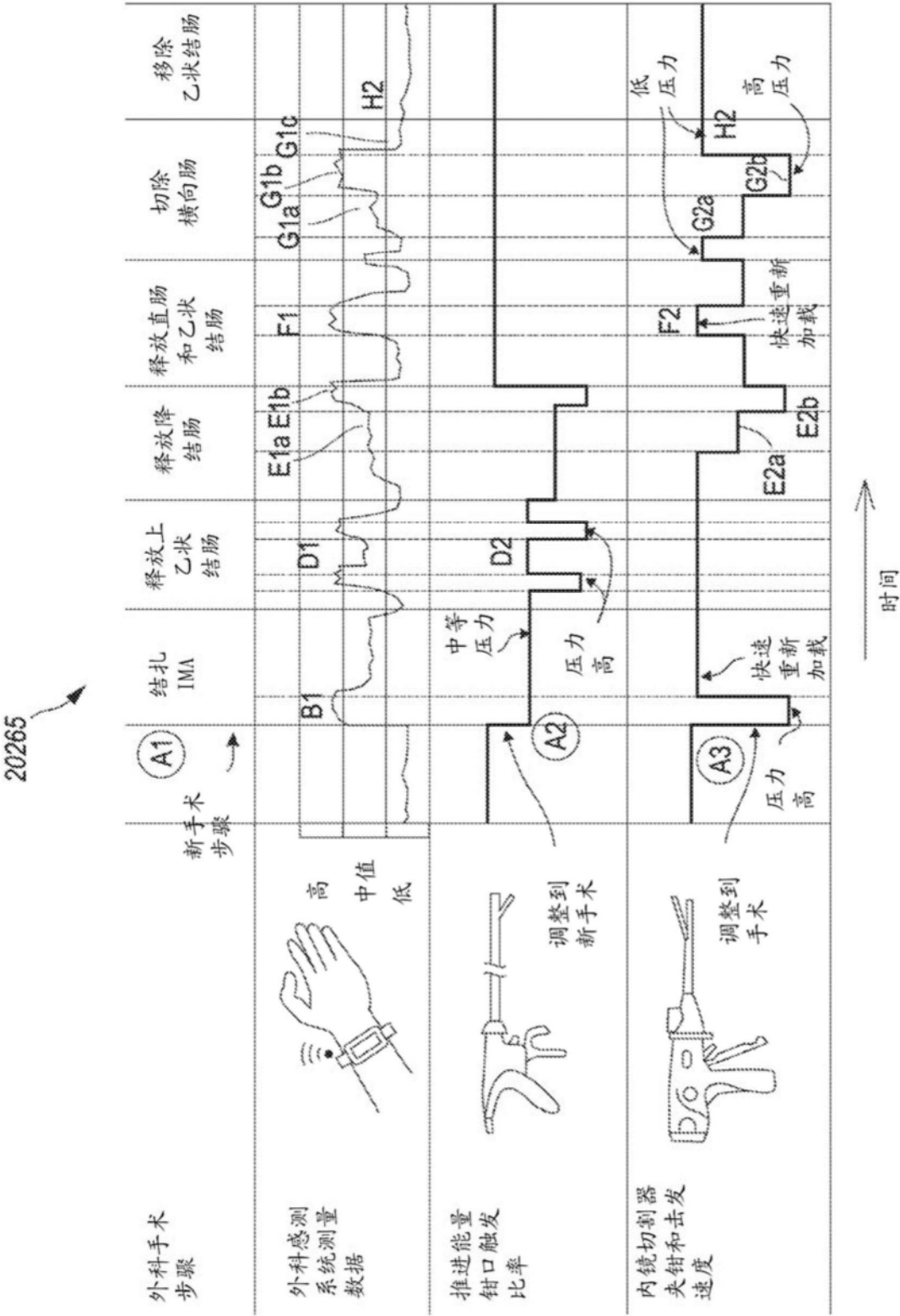


图8

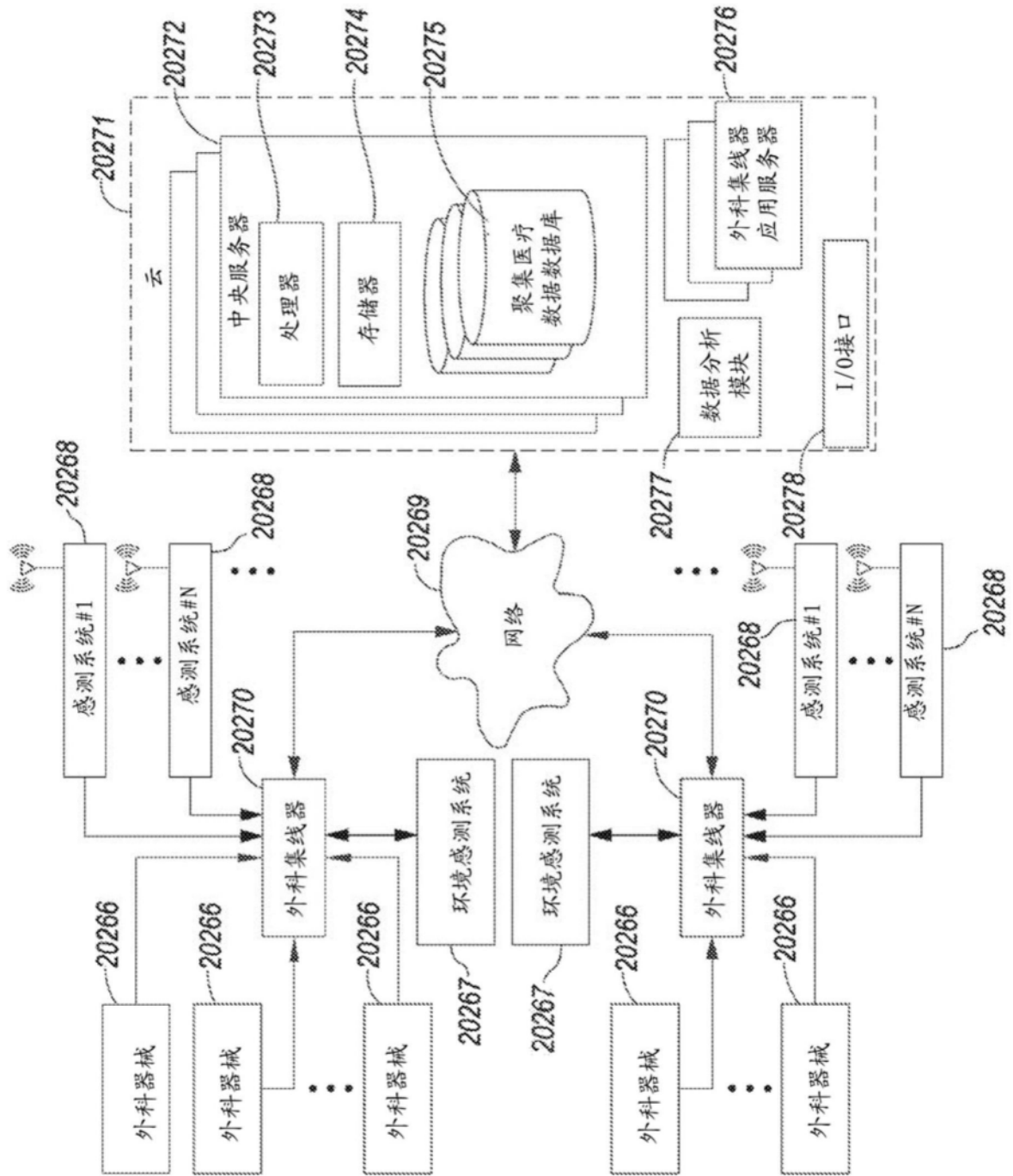


图9

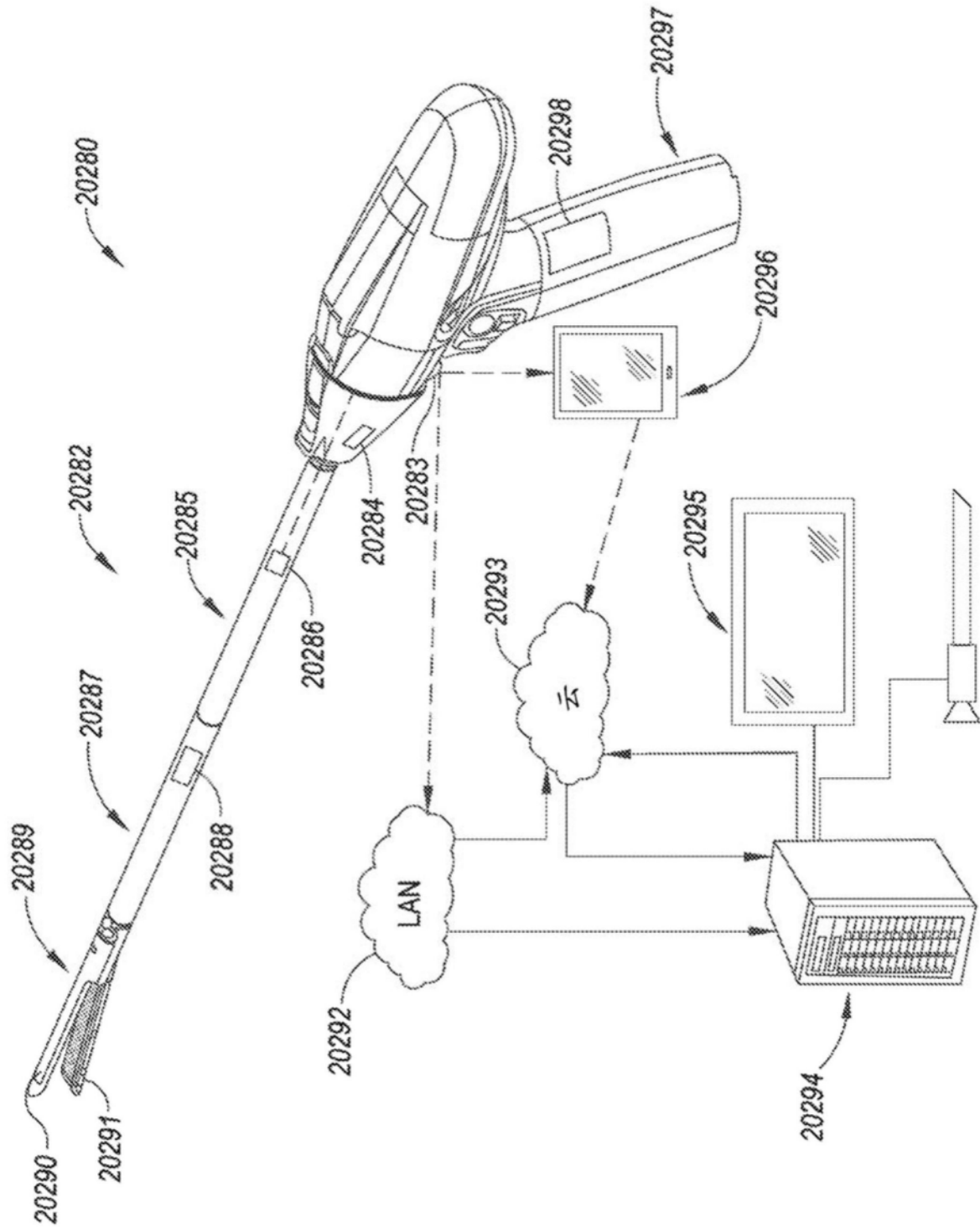


图10

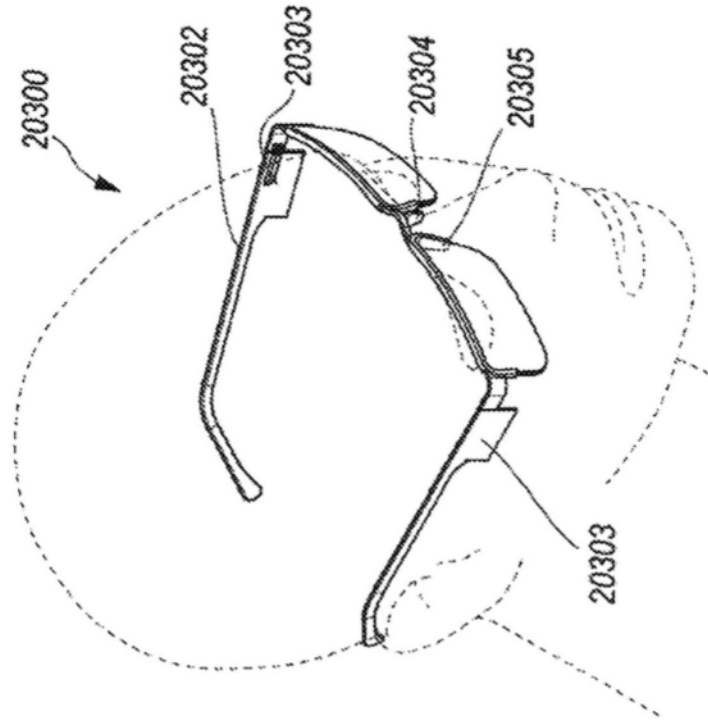


图11A

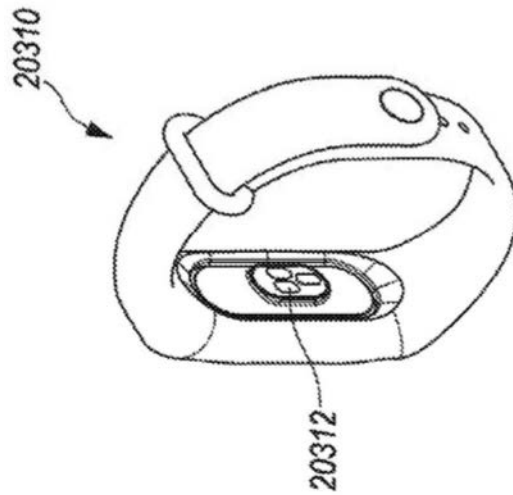


图11B

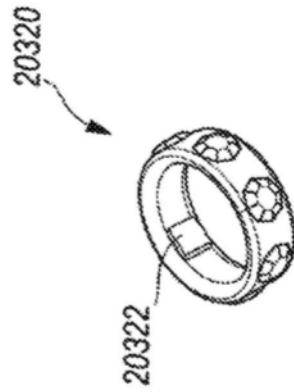


图11C

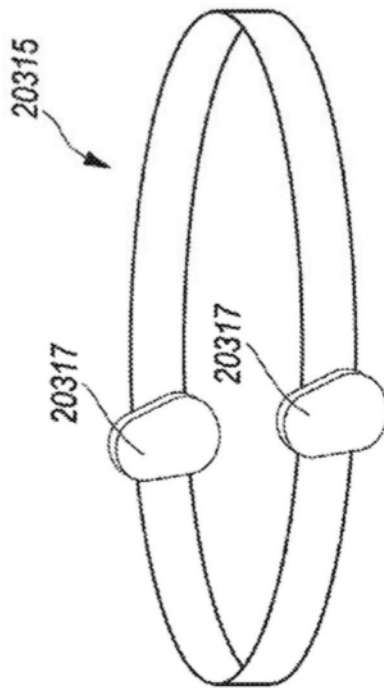


图11D

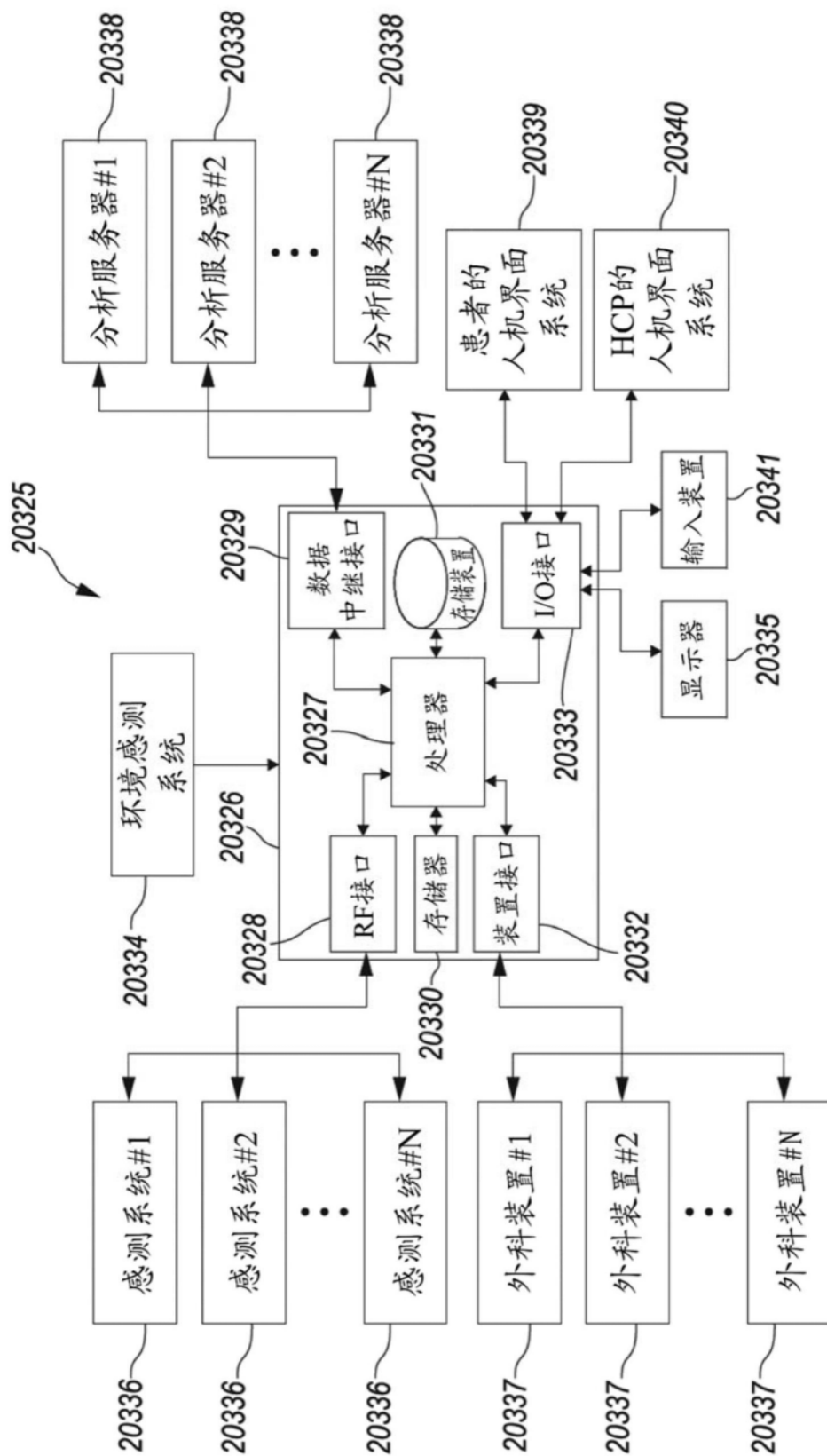


图12

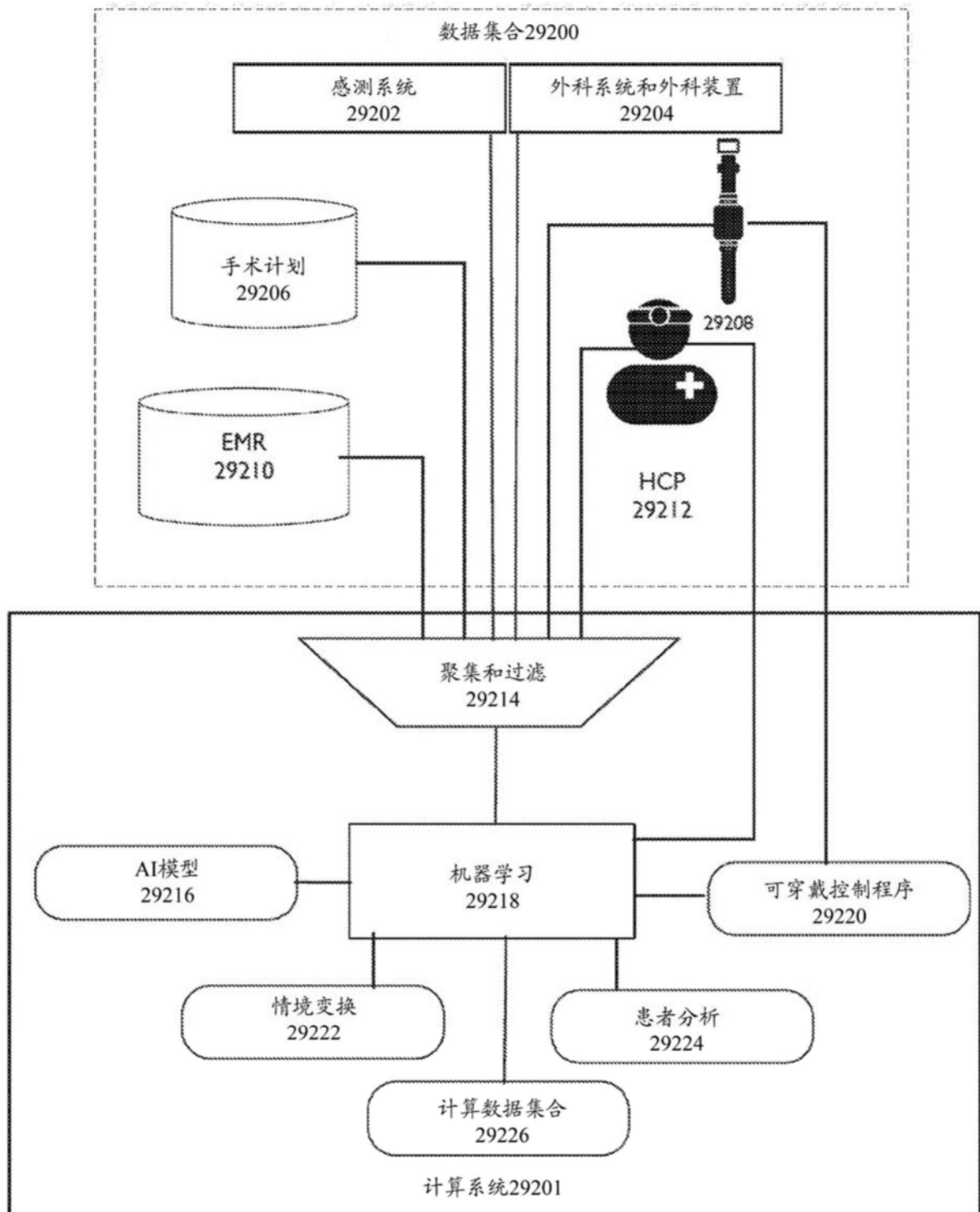


图13

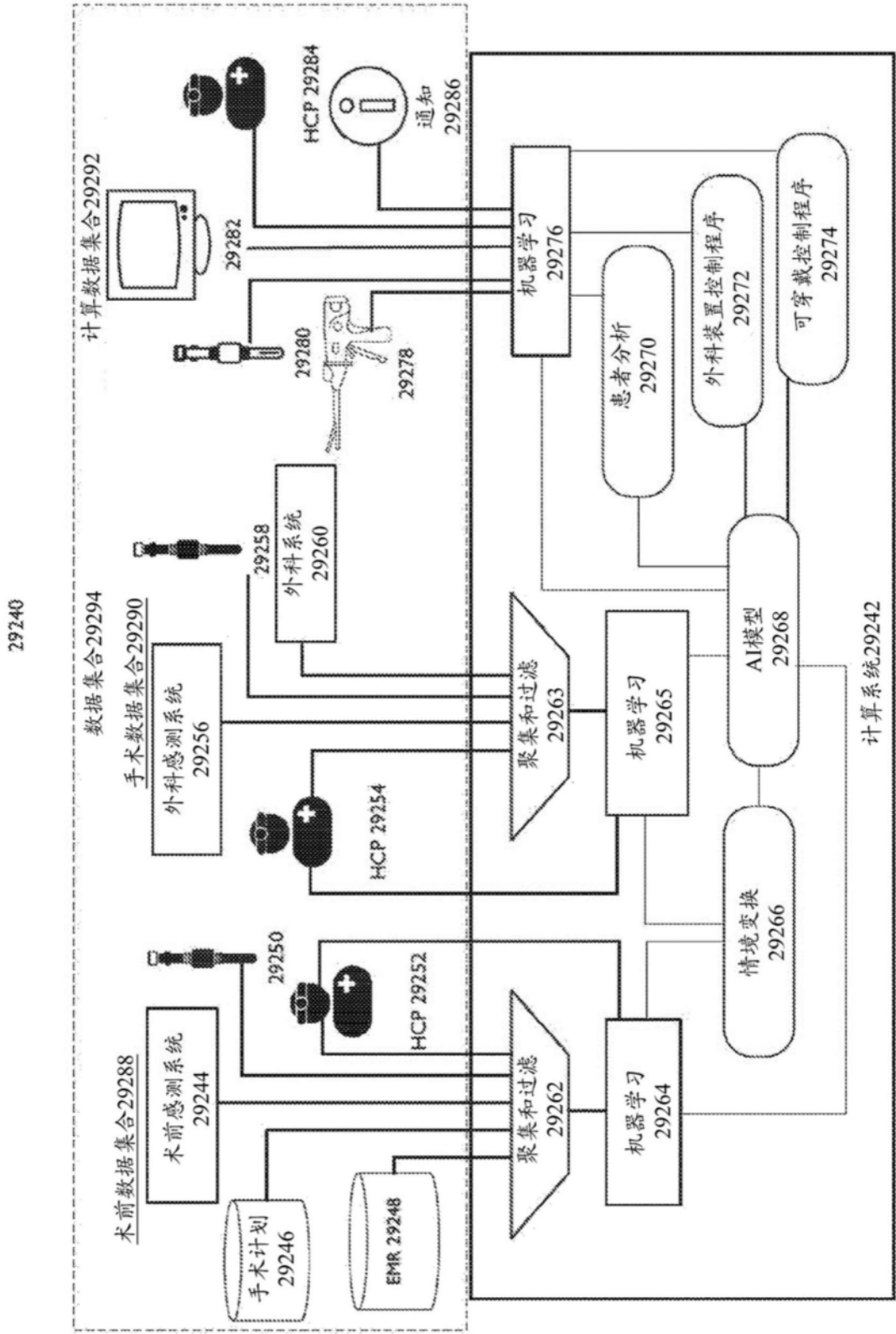


图14

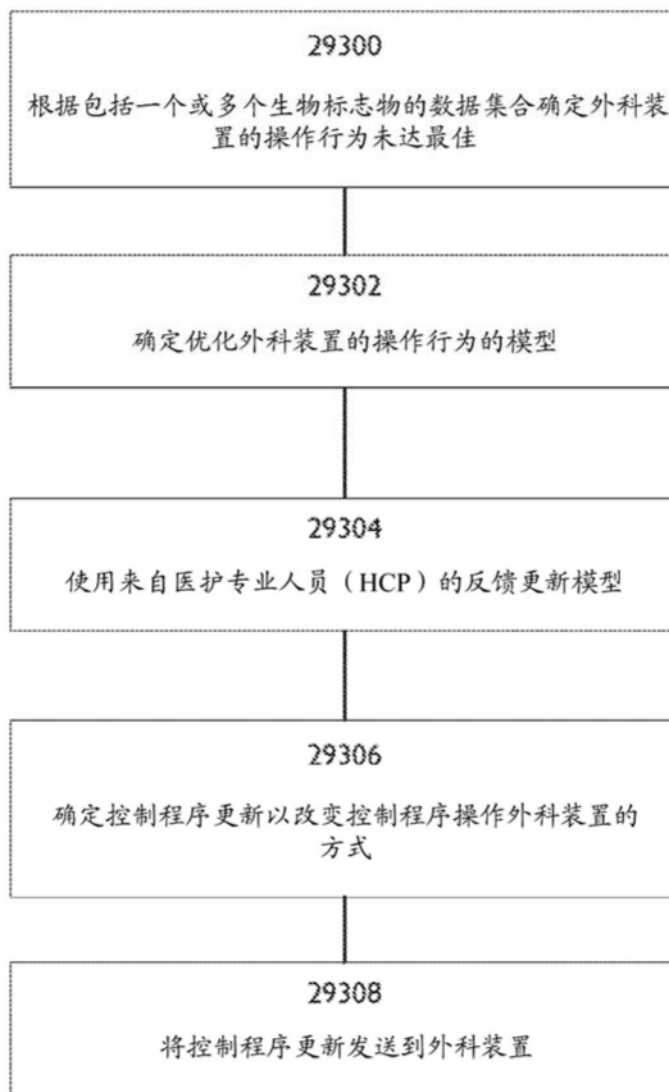


图15

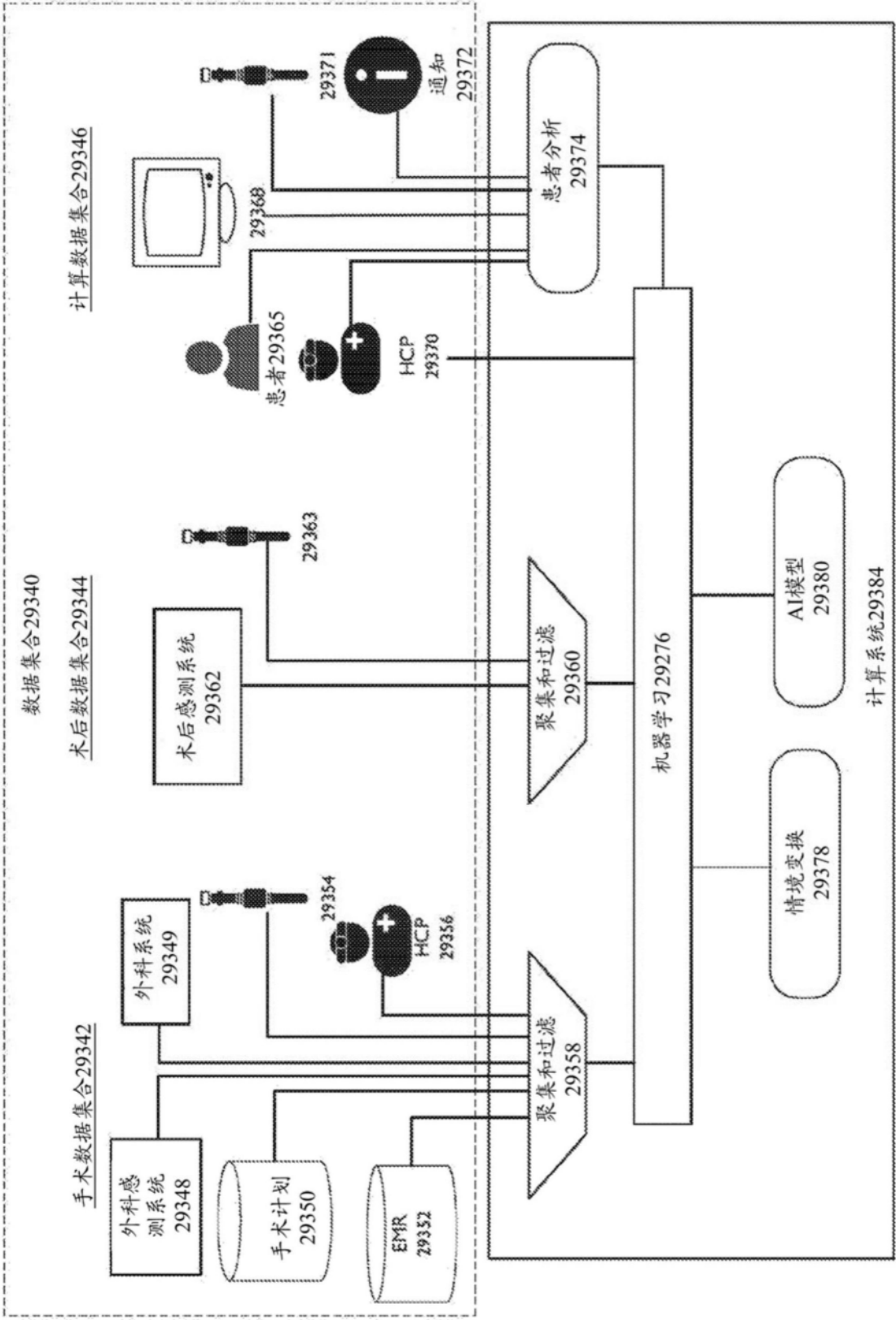


图16