



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105050486 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 11

(21) 申请号 201380062871. X

(22) 申请日 2013. 10. 10

(30) 优先权数据

61/712, 250 2012. 10. 10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 06. 01

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/064417 2013. 10. 10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/059198 EN 2014. 04. 17

(71) 申请人 理查德·托尔曼

地址 美国加利福尼亚州

申请人 生物医学模拟公司

(72) 发明人 理查德·托尔曼

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华 潘聪

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006. 01)

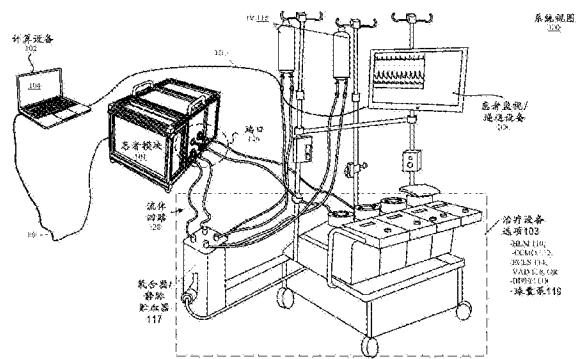
权利要求书7页 说明书14页 附图9页

(54) 发明名称

用于医学服务或诊断机器的患者仿真系统

(57) 摘要

一种用于与诊断或治疗医学设备交互的患者仿真器的系统、方法和装置。该系统包括耦合至患者模块的计算设备。患者模块包括仿真与治疗设备的基准线流体互连的液压设备。计算设备管理物理和虚拟数据,提供用于仿真假设患者生命体征、长期临床病程的算法计算,以及仿真相关的流体特性。仿真系统自动执行在患者状况和设备场景的电子表格格式中被指定的步进式临床场景,仿真系统还包括手术室和诊断临床环境的音频/视频刺激,并伴随有数据记录能力。治疗设备可以是心肺机(HLM)、体外膜肺氧合(ECMO)机、紧急心脏生命支持(ECLS)设备、心室辅助设备(VAD)、透析机、温热腹腔化疗(HIPEC)机和主动脉球囊泵。



1. 一种医学仿真系统,包括:

表示人体的患者模块,所述患者模块包括:

可耦合至体外膜肺氧合机 (ECMO) 的流体回路,用于在其之间交互地连通流体;

患者显示器 / 递送设备;以及

计算设备,所述计算设备被耦合至所述患者模块和所述患者显示器 / 递送设备,其中所述计算设备包括相互耦合的处理器和存储器;并且其中:

当所述患者模块与所述 ECMO 机交互时,所述计算设备与所述患者模块交互,以仿真所述患者模块的生命体征;并且

所述计算设备从所述患者模块接收物理数据,并且向所述患者模块提供指令以实施临床场景。

2. 根据权利要求 1 所述的医学仿真系统,其中:

所述患者模块进一步包括:

被布置在所述流体回路中的输入端口;

被布置在所述流体回路中的输出端口;

至少一个流体传感器,所述至少一个流体传感器被布置在所述流体回路中,用于测量流体特性;以及

至少一个控制设备,所述至少一个控制设备被布置在所述流体回路中,用于更改所述流体回路中的流体性能;以及

所述患者显示器 / 递送设备为操作者显示所述临床场景的至少部分,并且被配置为从所述操作者接收指令,以调节所述 ECMO 机的至少一个虚拟控制;并且

所述计算设备进一步包括:

被耦合至所述处理器的指导者显示器,所述指导者显示器用于显示所述临床场景的细节;并且其中:

经由模数转换器模块,所述计算设备被耦合至所述患者模块。

3. 根据权利要求 2 所述的医学仿真系统,其中所述流体回路进一步包括:

所述输出端口被耦合至所述患者模块中的输出管道,所述输出端口用于从所述患者模块输出流体至所述 ECMO 机;以及

所述输入端口被耦合至所述患者模块中的输入管道,所述输入端口用于从所述 ECMO 机接收流体至所述患者模块;并且其中:

所述输出端口被配置为静脉漏;

所述输入端口被选择性地配置为至所述患者模块的静脉回流或动脉回流;并且其中:

不考虑所述输入端口是否被配置为所述静脉回流或所述动脉回流,所述流体回路在所述患者模块中具有相同的路选通路。

4. 根据权利要求 1 所述的医学仿真系统,其中用于改变所述套管阻力的所述装置是具有选择性可变的内部直径的步进电机比例阀,基于所述临床场景,如由所述计算设备指示的,所述步进电机比例阀在新生儿的范围至用于针对成年人的范围上改变所述流体的流速。

5. 根据权利要求 2 所述的医学仿真系统,其中所述处理器和存储器被配置为实施以下过程:

接收经由至所述计算设备的界面而被选择的所述临床场景选择；

从所述患者模块中的至少一个流体传感器接收物理数据，其中，响应于所述操作者对所述 ECMO 机做出的改变，来自所述至少一个流体传感器的数据测量从所述 ECMO 机接收到的所述流体的任何改变；

基于所述临床场景的至少一个临床场景以及来自所述至少一个流体传感器的所述物理数据，经由算法为所述患者模块计算至少一个虚拟流体数据；以及

所述至少一个虚拟流体数据是以下各项中的一项：中心静脉压（CVP）、冠状窦压（CSP）、肺压、动脉压、动脉流速以及静脉流速。

6. 根据权利要求 5 所述的医学仿真系统，其中所述处理器和存储器被进一步配置为实施以下过程：

经由被耦合至所述计算设备的患者显示器 / 递送设备，从所述操作者接收可选输入，以选择以下各项中的一项：虚拟药物剂量、虚拟实验室测试、由所述临床场景呈现的对虚拟控制的改变；以及

经由指导者界面从指导者接收可选输入，以修改虚拟控制数据中的一个虚拟控制数据。

7. 根据权利要求 6 所述的医学仿真系统，其中所述处理器和存储器被进一步配置为实施以下过程：

在心血管系统、呼吸系统、血液系统和肾系统中的至少一项中，通过实施评价所述临床场景、来自至少一个传感器的所述物理数据、由所述操作者对所述虚拟控制的所述改变、所述至少一个虚拟流体压力以及来自所述指导者的所述可选输入的至少一种算法，经由所述计算设备为所述患者模块计算包括即时生命体征和长期临床病程中的至少一项的虚拟数据；

在所述患者显示器 / 递送设备和所述 GUI 中的至少一个上，显示所述即时生命体征和长期临床病程中的一项或多项；以及

基于所述算法和所述临床场景，可选地生成对所述患者模块中的所述至少一个控制设备的控制信号。

8. 根据权利要求 6 所述的医学仿真系统，其中所述患者模块进一步包括：

被耦合至所述至少一个传感器和所述至少一个控制设备的微控制器和存储器；并且其中：

基于在所述患者模块中的所述至少一个流体传感器和所述至少一个控制设备中的一个或多个，所述微控制器和所述存储器实施至少一种算法，所述至少一种算法仿真所述患者模块的反射动作；并且

所述微控制器可以独立于所述计算设备进行操作。

9. 根据权利要求 11 所述的医学仿真系统，其中：

从用于所述患者模块的所述至少一种算法生成的所述虚拟数据包括以下各项中的至少一项：中心静脉压（CVP）、冠状窦压（CSP）、心输出量、混合静脉 O₂ 饱和水平、活化凝血时间（ACT）、肝素抵抗、血压水平升高、心力衰竭模式、病理状况、EKG 模式、氧化递送速率和 CO₂ 去除速率、血液凝固特性以及前氧合器、后氧合器以及动脉与静脉血液类别的并发血气水平。

10. 根据权利要求 5 所述的医学仿真系统, 其中:

所述计算设备可编程地实施所述临床场景;

所述临床场景包括被自动实施的多个顺序步骤;

所述顺序步骤中的每个顺序步骤包含指定所述被顺序计时的步骤的所述持续时间的时间值, 或者包含指定在前进到下一步骤之前必须被满足的状况的先决条件;

所述顺序步骤中的至少一个顺序步骤包含用于控制在所述患者模块中的所述至少一个控制设备的值; 以及

所述顺序步骤中的至少一个顺序步骤包含正在被仿真的人体的生理数据。

11. 根据权利要求 10 所述的医学仿真系统, 其中:

在具有针对数据条目的字段分离的列以及具有针对每个顺序步骤的至少一个行条目的电子文档上接收所述多个步骤;

可以由指导者在给定步骤的末尾处输入以及暂停或取消所述临床场景来中断所述临床场景;

在给定步骤处, 可以经由所述指导者显示器或者所述患者显示器将注释录入到针对所述临床场景的所述电子文档中, 以记录所述操作者的表现; 并且

所述顺序步骤中的至少一个顺序步骤包含用于针对所述被仿真的患者的外科手术或诊断治疗信息的音频/视觉文件; 并且

所述音频/视觉文件是以下各项中的一项: 用于至所述操作者的语言通信的文本至声音脚本、外科手术的剪辑以及所述临床场景中所请求的临床测试的视频或图像。

12. 根据权利要求 1 所述的医学仿真系统, 其中:

所述计算设备是可选择为在真实模式中或者在仿真模式中操作;

所述真实模式与所述患者模块交互, 以评价被测量的所述至少一个流体特性以及向所述至少一个控制设备提供信号; 并且

所述仿真模式不提供与所述患者模块的交互, 并且计算针对被仿真患者的所有数据。

13. 一种医疗仿真系统, 包括:

表示人体的患者模块, 所述患者模块包括:

流体回路, 所述流体回路可耦合至多个不同类型的治疗机器中的至少一个治疗机器, 用于在其之间交互地连通流体; 以及

被耦合至所述患者模块的计算设备, 其中所述计算设备包括与存储器耦合的处理器; 并且其中:

所述计算设备与所述患者模块交互, 以仿真使用多个类型治疗机器中的所述至少一个类型的治疗机器而正在经受治疗的所述患者;

所述多个不同类型的治疗机器是体外膜肺氧合 (ECMO) 机和心肺机 (HLM) 中的一个;

基于选自所述多个不同类型的治疗机器用于的被标识的治疗机器, 选择所述至少一个临床场景; 以及

对于所述多个不同类型的治疗机器中的任何一个治疗机器, 无需对所述患者模块的硬件改变。

14. 根据权利要求 13 所述的医学仿真系统, 其中所述多个类型的治疗机器中的所述至少一个治疗机器是以下各项中的一项:

心室辅助设备 (VAD) ;
温热腹腔化疗 (HIPEC) ;
紧急心脏生命支持 (ECLS) ;
加热 / 冷却机 (HCM) ;以及
主动脉球囊泵。

15. 根据权利要求 14 所述的医学仿真系统,其中所述患者模块进一步包括:
被布置在所述流体回路中的至少一个流体传感器,用于测量流体特性;
至少一个控制设备,用于改变流体性能;以及
被耦合至所述流体传感器的至少一个端口;并且其中:

所述至少一个流体传感器测量在所述多个类型的治疗机器中的所有治疗机器中共同的流体特性;

所述至少一个控制设备控制在所述多个类型的治疗机器中的所有治疗机器中共同的流体性能;

所述计算设备在算法上生成由针对被标识的治疗机器的所述医疗场景所需要的所述患者模块的至少一个虚拟流体特性;

所述计算设备在由所述操作者使用的患者显示器 / 递送设备以及由指导者使用的所述计算设备的指导者显示器中的至少一个上显示所述至少一个虚拟流体特性;以及

所述计算设备在所述指导者显示器上显示具有针对所述被标识的治疗机器的可选择的参数的虚拟控制。

16. 根据权利要求 15 所述的医学仿真系统,其中所述流体回路进一步包括:

至少一个输出端口,所述至少一个输出端口被耦合至所述患者模块中的输出管道,所述至少一个输出端口用于将流体从所述患者模块输出到所述被标识的治疗机器;以及

至少一个输入端口,所述至少一个输入端口被耦合至所述患者模块中的输入管道,所述输入端口用于从所述被标识的治疗机器接收流体;并且其中:

所述输出端口被配置为所述患者的静脉漏;并且

根据所选的所述医疗场景并且根据所述被标识的治疗机器,如由所述计算设备所配置的,所述输入端口选择性地被配置为所述患者模块的静脉回流或动脉回流。

17. 根据权利要求 16 所述的医学仿真系统,其中:

在所述多个类型的治疗机器中的所有治疗机器中共同的所述流体特性包括以下各项中的至少一项:表示动脉回流压力或静脉回流压力的输入流体压力,表示静脉漏压力的输出流体压力以及在所述输入管道上的流体的流速;以及

在所有所述多个类型的治疗机器中共同的所述至少一个设备包括以下各项中的至少一项:表示用于所述输入的套管的直径的所述输入管道的直径,以及表示用于输出的套管的所述输出管道的直径。

18. 根据权利要求 15 所述的医学仿真系统,其中所述处理器和存储器被配置为实施以下过程:

接收经由至所述计算设备的界面选择的所述临床场景;

从所述患者模块中的所述至少一个传感器接收物理数据,其中响应于所述操作者对所述被标识的治疗机器做出的任何改变,来自所述至少一个传感器的所述数据测量从所述被

标识的治疗机器接收的所述流体的任何改变；

基于所述临床场景的至少一个临床场景以及来自所述至少一个流体传感器的所述物理数据中的至少一项，经由算法为所述患者模块计算至少一个虚拟流体数据；并且

所述至少一个虚拟流体数据是以下各项中的一项：中心静脉压（CVP）、冠状窦压（CSP）、肺压、动脉压、动脉流速以及静脉流速。

19. 根据权利要求 17 所述的医学仿真系统，其中所述处理器和存储器被配置为实施以下过程：

经由所述计算设备，经由评价所述临床场景、来自至少一个传感器的所述数据、由所述操作者对所述虚拟控制的改变以及来自所述指导者的所述可选输入中的至少一项的算法，在心血管系统、呼吸系统、血液系统和肾系统中的至少一项中，为所述患者模块计算包括所述患者的即时生命体征和长期临床病程中的至少一项的虚拟数据。

在所述患者显示器 / 递送设备和所述 GUI 中的至少一个上，显示即时生命体征和长期临床病程以及对所述虚拟控制的任何改变中的所述至少一项；

基于所述算法和所述临床场景，可选地生成对所述患者模块中的所述至少一个控制设备的控制信号；并且

基于所述算法和所述临床场景，可选地生成对由所述计算设备仿真的所述至少一个虚拟控制的控制信号。

20. 根据权利要求 19 所述的医学仿真系统，其中：

从所述操作者经由被耦合至所述计算设备的患者显示器 / 递送设备接收输入，其中来自所述操作者的所述输入是针对药物剂量、以及对由所述临床场景所要求的所述虚拟控制的改变或者在所述患者显示器上由所述操作者的输入中的任意一项；并且

经由指导者界面接收来自指导者的可选输入，以修改虚拟控制数据中的一个虚拟控制数据。

21. 根据权利要求 18 所述的医学仿真系统，其中：

由所述操作者做出选择，以向所述仿真系统添加所述多个类型的治疗机器中的另一治疗机器作为附加的治疗机器；

所述计算设备仿真所述多个类型的治疗机器中的至少另一治疗机器，作为在算法上与所述多个类型的治疗机器中的所述被标识的治疗机器进行接口的虚拟治疗机器；

所述虚拟治疗设备与被耦合至所述患者模块的所述被标识的治疗设备在算法上交互；

所述计算设备仿真所述虚拟治疗机器的至少一个虚拟控制特征；并且

基于所述操作者至所述虚拟治疗机器的所述虚拟控制特征的输入，所述计算设备修改所述患者的即时生命体征和长期临床病程中的至少一项。

22. 根据权利要求 21 所述的医学仿真系统，其中：

所述被标识的治疗机器是 ECMO 机；

所述附加的治疗机器是 VAD 机；

来自所述患者模块中的所述至少一个传感器的所述数据测量从所述 ECMO 机接收到的所述流体的所述流速的改变，所述改变由所述操作者做出的所述泵流速设置的改变而引起；并且

由所述操作者在所述患者显示器 / 递送设备上做出的所述虚拟控制改变是 ECMO 氧化速率的改变,所述改变由所述计算设备在算法上被仿真并且被显示在所述患者显示器 / 递送设备上。

23. 一种在具有被耦合至计算设备和多个治疗设备中的一个治疗设备的患者模块的仿真系统中,可编程地实施多个临床场景中的一个临床场景的方法,所述方法包括:

接收将所述多个治疗机器之一标识为被标识的治疗设备的输入,所述患者模块被耦合至所述被标识的治疗设备,用于所述临床场景;

接收将所述多个临床场景之一标识为被标识的临床场景的输入,以在所述被标识的治疗机器上被评价;

从所述被标识的临床场景接收顺序步骤;

为所述患者模块中的至少一个控制设备读取包含在数据的所述顺序步骤中的数据值;

为针对所述患者模块的至少一个生理状况读取包含在数据的所述顺序步骤中的数据值;

为针对所述患者模块的所述被标识的治疗设备中的至少一个虚拟控制读取包含在数据的所述顺序步骤中的数据值;

经由患者显示器 / 递送设备从操作者接收所述被标识的治疗机器的虚拟变量设定的可选输入;

从所述患者模块中的所述至少一个流体传感器采集物理数据值;

经由所述计算设备,在心血管系统、呼吸系统、血液系统和肾系统中的至少一项中,通过实施评价所述被标识的临床场景、来自至少一个传感器的所述物理数据以及来自所述操作者的设定所述虚拟变量的所述可选输入的至少一种算法,来为所述患者模块计算包括即时生命体征以及长期临床病程中的至少一项的虚拟数据;并且其中:

所述多个治疗机器包括体外膜肺氧合 (ECMO) 机和心肺机 (HLM);并且

无需硬件改变所述患者模块用于运行所述多个治疗机器中的任意一个治疗机器。

24. 根据权利要求 23 所述的方法,进一步包括:

基于所述被标识的临床场景以及来自所述至少一个流体传感器的所述物理数据,经由算法为所述患者模块计算至少一个虚拟流体数据;并且

在所述算法中,所述计算操作附加地评价所述至少一个虚拟流体压力。

25. 根据权利要求 23 所述的方法,进一步包括:

经由被耦合至所述计算设备的患者显示器 / 递送设备从所述操作者接收附加的输入,以选择虚拟药物剂量、虚拟实验室测试、由所述医疗场景呈现的对虚拟控制的改变中的一项;

经由指导者界面,从指导者接收可选输入,以修改虚拟控制数据中的一个虚拟控制数据;以及

在所述算法中,所述计算操作附加地评价来自所述操作者的所述附加的可选输入以及来自所述指导者的所述可选输入。

26. 根据权利要求 23 所述的方法,进一步包括:

接收包含在所述顺序步骤中的时间值,所述时间值指定所述顺序步骤的持续时间,或

者包含指定在前进至下一步骤之前必须被满足的状况的先决条件；

在所述时间值过期或满足所述先决条件时，自动地将所述临床场景前进至下一步；以及

从所述指导者接收用于实施指令中的至少一个指令的可选输入，以暂停、取消或前进所述临床场景、虚拟变量的修改以及生命体征或长期临床病程的重载。

27. 根据权利要求 23 所述的方法，进一步包括：

在患者监视器 / 递送设备和指导者显示器之一上显示改变的生命体征、改变的虚拟值选择以及新的诊断工具中的一项；

基于所述计算操作，向所述患者模块中的所述至少一个控制设备输出控制信号；

为针对所述临床场景的所述给定顺序步骤的指令或相关程序，传达被标识在顺序步骤中的音频和视频文件中的包括以下各项中至少一项的至少一个文件：文本至声音脚本、外科医生的所述手术视角的头戴式视频剪辑以及诊断测试结果的视频或图片（血管造影片）；以及

可选地以给定的采样分辨率存储以下各项中的一项或多项：控制值、以及由所述操作者的虚拟控制选择、以及所述引起的在算法上被计算的数据。

28. 根据权利要求 23 所述的方法，进一步包括：

经由被布置在所述患者模块中的微控制器，基于在所述患者模块中测量的所述至少一个数据值，反射地调整所述患者模块中的至少一个控制变量；并且其中：

独立地并无需来自所述计算设备的任何输入来执行在所述患者模块中的所述调整操作。

29. 根据权利要求 23 所述的方法，进一步包括：

在真实模式中或者在仿真模式中接收输入以操作所述仿真系统；并且其中：

所述真实模式与所述患者模块交互，以评价所述至少一个测量的流体特性，并且以向被布置的所述至少一个控制设备提供信号；并且

所述仿真模式不提供与所述患者模块的交互，并且计算针对患者的所有数据。

用于医学服务或诊断机器的患者仿真系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2012 年 10 月 10 日提交的, 美国序列号为 US 61/712250, 题为“PATIENT SIMULATION SYSTEM FOR MEDICAL SERVICES OR DIAGNOSTIC MACHINES”的临时申请的优先权, 该申请以引用的方式也被整体地并入本文中。

技术领域

[0003] 本公开总体上涉及医学设备技术领域, 并在一个实施例中, 本公开涉及一种具有诊断和患者服务机器的患者仿真的方法、装置以及系统。

背景技术

[0004] 本公开总体上涉及医学设备技术领域, 并在一个实施例中, 本公开涉及一种具有诊断和患者服务机器的患者仿真的方法、装置以及系统。

[0005] 可将患者仿真器(例如, 仿真装置)用于医学保健学生(例如, 药学专业的学生、护理专业的学生、医学专业的学生)的训练。在没有与具有实际患者的在职培训相关联的相关风险的情况下, 患者仿真器可以提供洞察和经验。然而, 患者仿真器可能受限于其仿真可能的医学条件范围的能力。因此, 医学仿真器可能不可用于广泛范围的医学训练。

[0006] 可以基本上在软件中实现一种类型的患者仿真器。由于其对现实世界物理相互作用的部分近似, 因此使用图形化用户界面(GUI)和软件编程, 基本上在软件中实现的患者仿真器可能仅提供对实际患者护理场景的有限的洞察。进一步地, 考虑到仿真的经验可能没有充分地对外部应激(例如, 血液的存在、尖叫的患者、在不同患者之间的同时多个并发症)进行建模, 因此基本上在软件中执行的仿真可能缺乏深度。因此, 单独在软件中实现的患者仿真器可能没有充分地医学保健专业学生准备物理世界中针对真实的患者的护理场景。这种准备的缺乏可能导致错误、遗漏以及有时失去生命。

发明内容

[0007] 一种基于液压的, 硬件和软件仿真系统, 其对人类患者进行建模, 并附接至多种体外心肺支持设备中的任意设备, 诸如心肺机(HLM)、体外膜肺氧合(ECMO)机、紧急心脏生命支持(ECLS)设备、心室辅助设备(VAD)、透析机, 温热腹腔化疗(HIPEC)机、主动脉球囊泵等。

[0008] 该系统使用心血管系统、呼吸系统、通过人工肺交换的气体以及药物相互作用的专用模型, 并将它们组合成人体的现实的且反应性的模型。

[0009] 该系统中的模型与适当的传感器和致动器组合, 以检测由在人体上的各种体外心肺支持设备所施加的影响, 并适当地对其做出反应。这些反应包括对心血管系统、呼吸系统、血液系统和肾系统的动态的和长期的影响。

[0010] 患者的反应或改变被显示在作为仿真器部分的各种“虚拟的”手术室(O.R.)和ICU监视器上。显示包括来自单一系统的信号或来自诸如脉搏血氧计、脑血氧计、内嵌

(in-line) 血气监视器、血气分析仪、活化凝血时间 (ACT) 分析仪、EKG 监视器、血压监视器，或脑电双频指数 (BIS) 脑监视器的多个系统的信号的任意组合。

[0011] 通过适当监视器的显示、提供口头命令和警报、显示并操控 O. R. 时钟以及提供制造现实治疗或手术室环境的事件序列，使用预先确定的临床场景来控制虚拟的患者。这种场景可以是使用单个电子表格文件的预先建立的并加载至仿真器中的。

[0012] 通过预先确定的临床场景实现患者仿真器的配置。配置包括显示适当的可用监视器、口头命令和警报的选择、O. R. 时钟操控和事件序列。可以使用单个电子表格将这些定制的临床场景预先建立并加载至患者仿真器中。用户或操作者（培训者）可以选择为受训者写入定制的场景，并可以利用包括动脉压、肺动脉压、心电图、包括多个心律失常的 EKG、呼吸机、A. C. T. Plus、动脉彩色多普勒成像 (CDI)，静脉 CDI、血液监视单元 (BMU)、频谱医学变量输入患者电子记录、HMS、血气分析仪以及 NIRS 的临床数据。此外，患者特定的因素（性别、身高、体重、身体表面积 (BSA)），包括左心室 (LV) 和右心室 (RV) 收缩、心率、麻醉深度和代谢速率的生理因素全部可以包括在临床场景中。

[0013] 该系统为给定的临床场景保存可以在仿真器系统的练习期间或练习之后被存储并被访问的电子医学记录。该医学记录包含所有与病例 (case) 相关的被时间标记的信息，包括患者生命体征、给予的药物治以及特殊事件和情况。此外，该电子医学记录可被实时发送出去至被设计用于收集并保存手术病例期间的临床数据的各种数据管理系统 (DMS)。这可以通过经由使用标准的通信协议的计算设备的串行端口的通信而实现。

[0014] 本文中公开的方法、操作、过程、系统以及装置可以以任意的方式被实施，用于实现各个方面，并可以以实施指令集合的机器可读介质，和 / 或机器可访问介质的形式来执行，当指令集合由机器或数据处理系统（例如，计算机系统）执行在一个或多个不同序列中时，会引起机器执行本文中公开的操作的任何操作。其他特征将从附图和后面详细的描述而变得显而易见。因此，应当将说明书和附图视为说明性的而非限定性的情况。

附图说明

[0015] 在附图中的图中，以示例而非限定的方式图示了示例实施例，其中相同的参考标记指示相似的元件，并且其中：

[0016] 图 1 为根据一个或多个实施例的与一个或多个治疗设备耦合的医学仿真系统的图。

[0017] 图 2A 为根据一个或多个实施例的仿真系统的功能输入和输出的框图。

[0018] 图 2B 为根据一个或多个实施例的仿真系统的仿真模块部分的功能输入和输出的框图。

[0019] 图 3 为根据一个或多个实施例的患者模块的示意图。

[0020] 图 4 为根据一个或多个实施例的患者监视器 / 递送设备的显示器。

[0021] 图 5A 为如指导者显示器上所示的，根据一个或多个实施例的心肺机 (HLM) 的仿真模块的图形用户界面 (GUI)。

[0022] 图 5B 为如指导者显示器上所示的，根据一个或多个实施例的体外膜肺氧合 (ECMO) 的仿真模块的图形用户界面 (GUI)。

[0023] 图 6 为根据一个或多个实施例的临床场景电子表格。

[0024] 图 7 为根据一个或多个实施例的仿真患者与治疗机的交互的过程的流程图。

[0025] 本实施例的其他特征将从下面附图和详细描述中变得显而易见。

具体实施方式

[0026] 公开了一种用于医学服务和诊断机器的患者仿真的方法、设备以及系统。在下面描述中,出于阐述的目的,阐述各种具体细节以提供对各种实施例的全面理解。然而,对于本领域的技术人员而言,将可以确信,可以在没有这些特定细节的情况下实践各种实施例。

[0027] 患者仿真器

[0028] 参考图 1,根据一个或多个的实施例,示出了耦合至一个或多个治疗设备选项 103 的医学仿真系统 100。医学仿真系统 100 包括呈现患者身体,与计算设备 102 电耦合的患者模块 101。如随后的图 3 更为详细地描述的,患者模块 101 包含流体回路、输入和输出端口、流体传感器和控制设备。在临床场景的执行期间,计算设备 102 实施一个或多个算法以仿真和 / 或评价患者模块 101 的生命体征。如在图 5A 至 5B 中更为详细地描述,在指导者显示器 104 上的图形用户界面 (GUI) 示出仿真系统选项、临床场景结果等,从而允许指导者控制并操控仿真。

[0029] 患者监视器 / 递送设备 108 同样执行多种功能,诸如,显示在患者模块 101 中被测量的物理数据,以及临床场景的至少部分。此外,患者监视器 / 递送设备 108 显示由与其耦合的计算设备 102 中的算法计算的虚拟数据,以及从计算设备的存储器中读取的临床场景数据。患者监视器 / 递送设备 108 也从正在在仿真系统 100 上作为临床医生被训练的系统操作员、或用户处接受输入,并且临床医生可以为治疗设备虚拟部分或整个治疗设备选择虚拟控制数据,并将该虚拟数据传达回计算设备 102。例如,患者监视器 / 递送设备 108 可以显示患者的氧气 (O₂) 血液水平,或接收临床医生的输入,以提高 O₂ 递送至 ECMO 机 112 的虚拟控制。与物理上改变在实际 ECMO 机 112 本身上的血液流速设定的临床医生相结合,通过由计算设备 102 执行的血液水平计算,在相同显示器上将引起的患者模块血液水平的提高示出为升高。患者监视器 / 递送设备 108 还在临床场景期间提供音频 / 视频 (A/V) 训练材料,以仿真现实生活中的外科手术或可能使用治疗设备的其他医院设定。因此,通过患者显示器 / 递送设备,实施虚拟控制显示功能以及递送功能,以及药物和诊断测试。备选地,可为每个功能提供不同的分立的屏幕。

[0030] 仿真系统 100 的患者模块 101 和计算设备 102 均被灵活地设计为直接地经由外部流体回路 128 并且间接地经由电耦合 130 (例如,10/100Base-T Cat 5 电缆) 与包括独立的 HLM 机 110、ECMO 机 112、ECLS 114、VAD 机 116、HIPEC 118 以及球囊泵 119 (仅示出 HLM) 的多个体外治疗设备选项 103 进行接口。患者模块 101 具有输入和输出端口 126 的集合以及封装在小形状因素的铝壳体 (例如,400mm×330mm×280mm) 中的内部组件,该铝壳体易于运输且基本上坚固,并具有支持治疗设备选项 103 的任意选项的快速建立时间。计算设备 102 具有编程能力的超集,以为治疗设备选项 103 的一个所选选项选择性地被实施。诸如 IV 设备 115 的外围患者支持与氧合器 / 静脉贮血器 117 耦合至仿真系统 100 以逼真地管理流体供给。因而,与被设计为仅耦合至单一特定治疗设备的医学仿真器相比,本实施例具有更大的灵活性与效用,由此,降低成本并提高训练效果。

[0031] 患者模块 101 为耦合至治疗设备的现实流体提供基本的核心的流体功能（例如，动脉流速与压力），而计算设备 102 提供任何附加的流体功能（例如，相关的中心静脉压（CV）等）以及经由软件的对患者生命体征（诸如，EKG、血液 pH 水平等）的仿真。这允许了仿真系统 100 与多种治疗设备选项 103 的任意选项进行接口的更大的灵活性。因此，仿真系统 100 提供了用于成本有效地训练临床医生的全面仿真工具。物理材料（例如，流体）在患者模块 101 与治疗设备选项 103 之间被传达。来自计算设备 102 的信号被用于控制患者模块 101 中的物理组件，诸如，步进阀。诸如流体压力的物理数据从患者模块 101 被传达至计算设备 102。

[0032] 在一个实施例中，逗号分离值（CSV）电子文档（例如，电子表格）规定临床场景，并且由至少一行数据表示在实际中无限数量的顺序步骤中的多于 50 个生理及监视变量的字段分离列。电子表格由计算设备读取，并由算法应用软件结合测量的流体数据以及虚拟选择的变量进行评价，以提供仿真的患者的生命体征以及长期临床病程。虚拟地被选择的变量是临床医生经由患者监视器 / 递送设备 108 设定的变量或设置，其被计算设备 102 用于在算法上计算相关的，但非物理上测量的患者参数，诸如，肺动脉血压。

[0033] 功能控制面板

[0034] 现在参考图 2A，根据一个或多个实施例示出了仿真系统的功能性输入与输出的框图 200-A。计算设备 102 包括耦合至存储器 206 的处理器 202，以在临床场景执行期间，从患者模块接收物理数据 240-B，并实施一个或多个算法仿真由患者模块 101 仿真的假设的患者的生命体征。在一个实施例中，如图 3 中所描述的，物理数据包括流体压力和流速。

[0035] 指导者显示器 204 图示与临床场景相关的数据。指导者 I/O 216 是诸如键盘、鼠标、触摸屏、无线设备、用于远程访问的网络连接等的任意通信设备和连接，以在指导者和计算设备 102 之间共享数据。从计算设备 102 向患者模块 101 提供物理控制以实施临床场景情况，例如，响应于患者的出血的临床场景，关闭静脉步进阀。操作者 I/O 214 通过手动地触摸他们的控制来向治疗设备选项 103 实施物理控制输入 242。操作者 I/O 214 还经由至患者监视器 / 递送设备 208 的虚拟控制输入 252-A，以及至计算设备 102 的传播的虚拟控制输入 252-B 来实施对治疗设备选项 103 的虚拟控制。这将由操作者 I/O 214，通过在算法上计算对患者生命体征和长期临床护理的影响，以及将所得的虚拟数据传经由虚拟数据 251-B 传递回患者监视器 / 递送设备 208 并作为虚拟数据 251-A 传递至指导者显示器而完成改变。因而，临床医生可以在显示在患者监视器 / 递送设备 108 的触摸屏上的 GUI 中选择性地选择药物递送选项。该选择会被传达（communicate）至计算设备 102，其然后会在评价其他变量时在算法上考虑输入，以确定计算设备将仿真并随后显示在患者监视器 / 递送设备 108 上的生命体征。

[0036] 从治疗设备选项 103 经由流体传递将物理数据 240-A（例如，流量、压力以及温度）传达。借助患者模块 101 中的流体传感器，物理数据 240-B 从患者模块 101 被传达至计算设备 102 并由计算设备 102 读取。响应于由指导者 I/O 216 或操作者 / 临床医生 I/O 214 的触摸屏请求，临床场景与参数可以以期望的采样速率被直接记录到存储器 206 或到打印机（未示出）。仿真系统 100 还具有添加不同类型与大小的流体传感器的能力，以适应被仿真的患者体型的宽的范围。

[0037] 现参考图 2B，根据一个或多个实施例，框图 200-B 示出仿真系统 100 的仿真模块

250 部分的功能性输入和输出。通过在存储器 206 中存储临床场景数据库 256 和算法代码 262, 并通过使用处理器 202 将其访问并执行, 以在计算设备 102 中实施仿真模块 250。如图 2A 中所示, 对仿真模块 250 的输入包括来自患者模块 101 的物理数据 240-B、来自患者监视器 / 递送设备 208 的虚拟控制 252-B 以及指导者 I/O 216。在临床场景的执行期间, 虚拟数据 251 与物理数据 240 均被存储并从临床场景数据库 256 中获取。

[0038] 现参考图 3, 根据一个或多个实施例, 示出了患者模块 101 的示意图。如图 1 的仿真系统 100 中所示, 患者模块 101 包括彼此耦合用于仿真假设患者的液压功能的流体回路 301 和微控制器 305。流体回路 301 包含彼此耦合的管道、传感器和控制设备。具体地, 流体回路 301 包括具有输入端口 323 的输入 (IN) 管道或管线 322、用于感测输入压力的压力换能器 320、用于按照医学场景变化输入管道或管线 322 上的阻力的可变步进电机比例阀 (步进阀或 SV) 334 (被示为可变阻力标识)、以及用于测量输入管道 322 中的流体的流速的流量计 307。类似的, 流体回路 301 包括具有输出端口 316 的输出 (OUT) 管道, 或管线 317, 以及用于按照医学场景变化输出管道 317 上的流速限制或阻力的可变步进电机比例阀 332。提供了附加的输入管道以及具有 CP 端口 315 的心肺 (CP) 输入管道 314、用于按照医学场景变化在 CP 管道 314 上的阻力的可变步进电机比例阀 (SV) 330、用于测量 CP 管道 314 中流体流速的流量计 (FLOW) 306, 以及用于测量 CP 管道 314 中流体温度 (TEMP) 的温度传感器 308。提供了两个附加的管线作为泵吸器 312, 其提供从流体回路 301 中对血液的抽吸, 类似于由外科医生使用的泵吸器 312 以在心脏外科手术期间从胸腔去除血液, 和通气口 310, 其允许从流体回路 301 中清除 (purge) 空气。所有这些所描述的管线或管道从端口至它们适当耦合至的静脉贮血器 304 被彼此平行布置。在图 1 中, 示出了输入端口 323、316、315 和用于泵吸器 312 与通气口 310 的端口, 作为端口 126。基于哪个治疗设备选项 103 被耦合至患者模块 101, 后面描述了在流体回路 301 中阀的特定功能和设定, 以及的传感器的影响。可变步进电机比例阀 330、332 和 334 可以具有从对于新生儿大约 50ml/min 至对于成年人大约 6.5L/min 的范围内的流速。

[0039] 被实施为正向位移滚子泵的血压 (B.P.) 泵 318 将输出管道 317 与输入管道 322 耦合, 以在输入管道 322 中提供基准线心跳和压力, 用于患者模块 101 至治疗设备的初始耦合, 作为用于在其之间建立连接并确认心跳与压力的连接的协议的部分。即, 一些治疗机器在发起治疗前检查患者的脉搏。如由临床情景所指出的, 搏动 B.P. 泵 318 的速度与患者的心率相匹配。可以通过将位移对象手动插入到贮血器内侧或通过调整容积 (VOL) 水平传感器 309 以使得阈值水平对于较小体型的患者更低的方式, 来调整静脉贮血器 304 的容积以适应不同患者体型。温度传感器 331 为静脉贮血器 304 中的流体提供温度读取。由于所有这些治疗设备接触血液, 并且涉及测量压力和流量以及对身体建模以显示出对影响压力和流量的不同协议和设备的响应, 因此输入管道 322 中, 用于流体流动的流量 307、压力 320 以及阻力 334 的流体传感器对于 HLM 110、EMCO 机 112、VAD 机 116 以及主动脉球囊泵 119 是共同的。

[0040] 可变阻力标识表示在患者与心肺机之间的流体管道中可变的压降, 以仿真缩进或闭合的导管, 或挤压心脏壁或血管壁的可以停止或限制血液流动的导管。可变压降可以由限制有效管道直径的机械装置实现。例如, 步进电机阀 334 可以通过来自压力换能器 320 的反馈而被控制, 并由此被用于维持血压, 以与算法模型中和 ICU 监视器上的读出相匹配。

[0041] 治疗设备选项 103 包括下列各项中的任意一项 :HLM 110、ECMO 机 112、HIPEC 118、VAD 机 116 以及球囊泵 119。它们全部选择性地被耦合至输入端口 323 和输出端口 316, 作为应用于治疗设备选项 103 的每个治疗设备选项的患者模块 101 的两个共同的流体端口。应注意, 由于它们表示的特定的人体血管彼此不同, 因此输入管道 322 和输出管道 317 通常被称为“输入”和“输出”。例如, 对于 HLM 110, 输入管道 322 表示动脉血管, 而输出管道 317 表示静脉血管。相对而言, 对于 ECMO 机 112, 输入管道 322 表示动脉或静脉血管, 而输出管道 317 表示静脉血管。该 ECMO 的实施例允许至患者模块 101 的不同的仿真的静脉输出 / 静脉输入 (VV) 或静脉输出 / 动脉输入 (VA) 的血液路径。作为另一示例, 对于 HIPEC 机 118, 输入管道 322 表示至腹腔的输入, 而输出管道 317 表示至腹腔的输出。相对而言, 对于 VAD 机 116 和球囊泵 119, 输入管道 322 表示心室血管, 而输出管道 317 表示心房血管。正如输入管线 322 和输出管线 317 可以被配置并标记以表示不同的人体中的血管, 因此, 取决于所选的治疗设备选项以及在仿真系统上被操作的临床场景, 步进阀可以被配置并被标记, 以表示不同的功能和设定。例如, 如后面所描述的, 步进阀 334 提供在动脉 (输入) 管线 322 中的阻力, 以将动脉血压读数 320 维持在在患者显示器 / 递送设备 108 上指示的压力。该动脉血压通过由医学场景所规定的几个因素所确定, 包括患者体型、临床病理以及由心肺机 110 或 ECMO 机 112 产生的血液流动 306。同样, 步进阀 332 控制从患者通过静脉漏的血液排出的速率。将阀 332 部分地关闭将导致血液在贮血器 304 中的积累, 并具有伴随的患者的仿真血容量的增长以及血压的反射变化等。

[0042] 患者模块 101 的灵活性部分地由跟踪并标记到微处理器 305 的输入和来自微处理器 305 的输出而引起, 根据在临床情景中被利用的被识别的治疗设备选项 103 的一个治疗设备选项, 输入和输出随后被传达到计算设备 102。因而, 对于 HLM 仿真, 压力 320 与流量计 307 传感器输出在临床场景中被标记并被评价为“动脉”血管值, 而对于 HIPEC 仿真, 相同的传感器输出在临床场景中被标记并被评价为“腹膜”流体值。可选的加热器 (HTR) / 冷却器 311 被耦合至 HLM 110 和 ECMO 机 112, 用于临床场景中的改善的特征。HLM 110 要求被提供在患者模块 101 中作为泵吸器 312 和 LV 通气管线 313 的附加的管件 (plumbing), 其被包括在流体管道 301 的超集中, 以使得向治疗设备选项 103 提供通用的应用。

[0043] 经由模拟至数字 (A/D) 转换器 303, 微控制器 (uController) 305 与用于感测输入值的多个输入管线 (从 I-1 至 I-6)、以及用于控制不同控制设备的多个输出管线 (从 O-1 至 O-4) 进行接口。具体地, 至 uController 305 的输入包括 CP 流量计 306 输入 I-1、CP 温度 308 输入 I-2、输入管道流量计 307 输入 I-3、静脉贮血器温度 309 输入 I-4、静脉贮血器水平 309 输入 I-5 以及作为输入 I-6 的输入管道压力 320。具体地, 来自 uController 305 的输出包括作为输出 O-1 的输入管道步进阀 334、作为输出 O-2 的输出管道步进阀 322、作为输出 O-3 的 CP 步进阀 330、作为 O-4 的 B. P. 泵 318 控制。微控制器 305 包括具有用于存储固件或软件的存储器 (例如, 在 EEPROM 上) 的可编程性功能, 以使得微控制器 305 可以对在患者模块 101 中被感测到的情况表现出“反射地”。因此, 例如, 如果容积水平传感器 309 输入 I-5 达到低阈值, 即, 患者正在出血的指示, 则 uController 305 读取该低阈值, 并输出信号以关闭 CP 管道步进阀 330, 由此将流体维持在患者模块 101 中并避免干场操作, 同时经由被泵送的流体向 HLM 110 指示问题存在。

[0044] 微控制器 305 为实时的且模块化的嵌入式控制系统, 在一个实施例中, 其包括所

有彼此耦合的处理器、FPGA、512M 内置存储器以及针对模块的 10 个槽。可用模块包括模拟 I/O、工业数字 I/O、TTL I/O、振簧继电器、RTD、SSR、步进驱动器以及其他控制功能。仿真器软件获取传感器读数并使用它们作为到生理算法中的输入以产生患者的响应并驱动 O. R. 监视器。如图 3 中所示,要求机械响应的场景动作将驱动 uController 305 以控制泵和步进阀。尽管本文中提供了针对微控制器 305 的特定实施例,但本领域的技术人员理解可以利用多种计算设备以提供患者模块 101 中所需的控制与计算。

[0045] 微控制器 305 经由 A/D 转换器模块 303 被耦合至计算设备 102,以使得来自患者模块 101 的数据(例如,旁路血液流速、心麻痹流量以及循环血液容积)被传达至计算设备 102 并被与来自传感器和致动器的数据组合,以对由人体上的各种体外和心肺支持设备施加的输入适当地进行检测和反应。这些反应包括对心血管系统、呼吸系统、血液系统和肾系统动态及长期的影响。

[0046] 仍参考图 3,IV 流体滴袋(图 1 中被示为 115)直接地(未示出)或间接地经由贮血器 117 可耦合至患者模块 101,以为临床医生管理附加的流体。由于添加流体是用于提高患者的循环血液容积的普通治疗,因此将其包括作为仿真的部分。这将大幅影响血压和心输出量。通过经由水平传感器 309 测量静脉贮存器体积中的改变,患者模块 101 可以感测任何流体管理。如果临床医生管理来自 IV 袋的更多容积(例如,响应于如由临床场景所规定的下降的血压),则仿真器将使用算法上生成的中心静脉压(CVP)的虚拟值中的适当升高,以及导致算法上生成的心输出量和算法上生成的混合静脉 O₂ 饱和(SV_{O₂})的血压 320 中的升高来进行响应(见图 5A,底部中间)。

[0047] HLM 110 和 ECMO 机 112,以及 HIPEC 机 118、VAD 机 116、以及主动脉球囊泵 119 可以是标准的患者会被耦合至的医院设备,例如,通过表示从患者的动脉和静脉至心/肺机(HLM)和/或 EMO 机(ECMOM)的输入和输出的血流的管道。在本实施例中,不需要在患者仿真器和医院机器之间的电连接。然而,在另一实施例中,传感器可以被放置在患者模块上,例如来测量患者的温度、血压、血液 O₂ 率等。来自这些传感器的读数可以被反馈至诊断和治疗机器 103 或在下面部分提及的那些机器,以提供输入和反馈,并更加真实地表示患者与机器的交互。通过使用患者模块 101 取代患者,不同的患者场景和响应可以被呈现给临床医生,并且临床医生的输入以及改变被精确地在其中呈现。经由控制患者模块 101 中的阀与泵的 uController 305 和/或计算设备 102,患者模块 101 的硬件部分提供控制的温度、流体流速或堵塞、被调制的压力、压力尖峰或压力下降,以及人体心肺系统的精确的容积表示。将软件模型和硬件的交互以及测量与度量输入至软件模型,以允许仿真系统仿真患者治疗 and 响应。提供一些患者治疗,作为与诊断/治疗机器的虚拟界面,例如,响应于操作者的对药物类型、药物用量以及递送速率的选择,经由计算设备 102,用于药物递送的软件算法和模型、对药物的反应、禁忌症等在链路 131 上被传达,并在患者监视器/递送设备 101 上被显示。其他患者情况,诸如活化凝血时间(ACT),肝素耐药、血压升高、心力衰竭、病理学等可以使用心血管疾病的各种程度以及代表性的设备故障、仿真的用于控制 O₂ 和 CO₂ 等的呼吸机的性能等而被编程,而同时如同被临床地操作一样,仿真患者在 ECMO 机上或离开 ECMO 机的转变。

[0048] 患者模块 101 的液压部分仿真 ECMO 机 112 和患者之间的血液流动。即,患者模块 101 经由交互系统在患者模块 101 和治疗机器选项 103 的任何一个治疗机器选项之间泵送

流体（例如，使用染色的水以仿真血液）。该仿真提供了在患者治疗中下列三个主要交互之间的交互的更为逼真的表示：i) 在患者和 ECMO 或 CPB 机之间，ii) 在操作者与患者之间，例如，递送药物，以及 iii) 在操作者和 ECMO 机之间，例如，修改对 ECMO 机的控制。因而，本系统在系统的三个主要部件之间提供了完全双向的通信、交互以及反馈。如由后面提供的编程步骤所期望的，可以提供在三个主要交互之间的情况与反应的任意组合和排列。

[0049] 可以选择性地将患者模块 101 在多个模式中操作，包括真实模式和仿真模式。在真实模式中，计算设备 102 与患者模块 101 交互，以评价至少一个被测量的流体特性并向被布置的至少一个控制设备提供信号。在仿真模式中，在患者模块 101 和计算设备 102 之间不存在交互，并且计算设备 102 为患者模块 101 计算全部数据。在混合模式中，患者模块 101 测量流量和容积，并对患者响应进行建模（使用仿真响应的专有生理模型），但不具有会测量与 ECMO 机 112 的交互的反馈、阀等。在该模式中，可以在患者模块 101 中对患者属性进行建模，例如，病情加重的患者、康复中的患者、急性状况或崩溃的患者等。该基准线患者模块 101 对于新的受训者是成本合算的工具。可以在该基准线患者模块 101 上手动地执行特征，诸如，手动地关闭软管，以仿真在导管中的扭结。

[0050] 然而，随着竞争力的增长，受训者应该向患者模块 101 的另一实施例转变，患者模块 101 提供输出并接收测量和接收对患者模块 101 的改变的输入（反馈）。该“智能”ECMO 患者模块提供更为逼真的响应和交互，其会给临床医生准备经常在治疗真实患者中出现的复杂情况。

[0051] 参考图 4，根据一个或多个实施例，示出了 ECMO 模式下患者监视器 / 递送设备 108 的示意图。在单一集成系统中，仿真器系统 100 的与患者模块 101、一个或多个诊断或患者治疗机器选项 103 以及诸如药物管理的仿真的（虚拟的）生理系统，（与“部件”一起）以及设置、操作者对设置的改变、指导者改变、部件、来自部件的响应交互地进行接口的平衡。流体在 ECMO 机 112 和患者模块 101 之间被泵送，而同时使用流量计 307 和容积水平 309 测量流速和容积以符合可接受的标准。使用操作者可以经由患者监视器 / 递送设备 108 的触摸屏操控的建模算法，由 ECMO 机 112 的计算设备 102 仿真氧化生成和 CO₂ 去除。实时反馈、可编程患者参数以及场景设定、指导者过载以及修改提供了几乎无限数量的测试场景，可以通过这些场景训练有竞争力的技术人员。

[0052] 具体地，仿真器系统可以仿真血液凝化特性和三种并发的血气（前氧合器、后氧合器以及患者血气、动脉与静脉）。它可以在全部四个特性之间提供完整的交互以对一个或多个特性的改变将如何影响其他特性进行跟踪和建模。它也可以对心血管改变如何发生，以及肺部功能如何与 ECMO 机 112 中流体泵和呼吸机仿真器以及由计算设备 102 提供的算法上定义的患者状况进行交互来进行建模。尽管对与本实施例中的仿真系统 100 存在默认的算法集合，但用户可以可编程地录入不同的算法公式、权重值以及备选配置的配置。

[0053] 除了示出典型的心血管参数之外，可选的辅助 O. R. 监视器（未示出）也可以显示几个辅助 O. R. 监视器功能的任意功能，诸如 ACT 机、内嵌血气监视器或来自各种关心点（POC）设备的输出，诸如血气分析仪或肝素管理系统（HMS）打印输出。在病例期间，使用哪些辅助监视器以及它们何时可见，可以全部使用仿真器 GUI 经由指导者显示器 104 控制。也可以显示多种不同的心电图（EKG）模式的任一个，包括在感测到心麻痹的充分的递送时，顺序地前进至捕获 EKG 模式。使用触摸屏，操作者可以管理药物、打印由仿真器生成的实验

室数据的带状记录纸,以及调整气流和 CPB 扫吹气的吸入氧浓度 (FI02)。

[0054] 控制器显示

[0055] 现在参考图 5A,根据一个或多个实施例,示出了控制器显示器 104。指导者显示器 104 作为“控制器显示器”GUI 以由指导者或仿真操作者使用。该面板允许操作者操控与患者有关的各种的生理参数、改变 O. R. 监视器屏幕上显示的监视器类型,以及控制临床场景的进程。

[0056] 仿真器系统 100 的专用软件是非常可定制的,其允许培训者为受训者写入定制的临床场景。诊断和患者服务机器的示例包括血压监视器、EKG 监视器、呼吸机、活化凝血时间 (ACT)、内嵌血液监视系统、脉搏血氧仪、频谱变量输入患者电子记录显示器、体内平衡管理系统 (HMS)、血气分析仪、脑血氧定量仪 (NIRS)。来自这些机器的输入可以经由数据电缆被反馈到仿真器 CPU。备选地,可以以由系统和软件可用的表格的格式 (例如,以电子表格的格式) 传达数据。

[0057] 来自前述资源的任意资源的数据可以被建模并被呈现在操作者和指导者的显示器上,作为附加的或备选的 O. R. 显示器参数。例如,可以在 O. R. 监视器上示出用于双频指数“BSI”或凝血弹性描记图 (“TEG”),以及各种不同实验室诊断打印输出的信道或参数。

[0058] 可以通过场景或由控制器显示器指定患者的特定因素 (性别、身高、体重) 和生理因素的全部,包括左心室 (LV) 和右心室 (RV) 的收缩力、心率、肺功能 (肺顺应性、分流率、死空间)、麻醉的深度和代谢速率。通过调整这些因素,先已存在的副发病变可以被仿真并且实际的患者生理可以根据温度和药物加载而被控制。

[0059] 临床场景

[0060] 本公开中的临床场景可以被预先加载和调用,并被应用在各种定时、命令上的停止 / 开始、在本地设备上被打印或存储在电子或医学数据存储设备上,诸如,图 2A 的 USB 驱动、网络驱动或存储器 206。其他临床监视器和分析仪可以在患者监视器 / 递送设备 108 上示出,并且可以基于受训者或指导者对系统的输入而被激活并被用于受训者或指导者的酌情裁定。附加地,临床场景也可以激活各种监视器、分析仪以及其他临床设备。所有三个患者仿真器是自包含的。它们不要求附加的设备,诸如 EKG 机或血压监视器。

[0061] 绝对模式

[0062] 参考图 6,根据一个或多个实施例,示出了临床场景电子表格。临床场景可以作为电子表格被写入并载入仿真器中。每一列表示与控制器显示器不同或与待执行的特定行为不同的控制。每一行定义确定定义患者和患者监视选择的所有设定和变量的不同步骤 (场景步骤)。下面是用于对包括图示出由仿真器操控的 56 个单独变量的三个步骤的临床场景进行编程的实际电子表格的复合视图。

[0063] 前三列定义步骤步数、姓名以及仿真器在前进到下一步之前将等待的时间长度 (持续时间)。随后将该信息显示在控制器屏幕中部附近的下拉表格上 (见图 5A)。该场景表格与场景进度条和其下方的绿色和红色的“GO”和“Stop”按钮一起是操控者可以使用的控制,以开始并停止自动进程,跳到任意其他步骤,以及除此之外监视场景的进程。

[0064] 接下来五列定义患者 ID、性别、年龄、身高和体重。确定患者的生理参数的许多生理参数和响应的计算机模型 (算法) 将使用该信息。接下来五列 (I-M) 是用于定义患者“肝素灵敏度”的数据,并表示用于“肝素管理系统” (HMS) 的变量。临床医生可以使用触摸屏

上的按钮调用该 HMS 的显示输出,按钮同样将由收据打印机打印。“外科手术事件”(列 O)为可以被用于与临床医生进行通信的条目,以指示外科手术的进度。该条目在“O. R. 监视器”的顶部示出。随后两列(P和Q)被用于控制在监视器的左上方示出的 O. R. 时钟。“时间因素”规定 O. R. 时钟将移动多块。例如,在输入为 10 的情况下,O. R. 时钟将每一秒向前移动 10 秒。“前进”被用于迫使 O. R. 时钟跳跃前进。“文本至语音”和“声音”列(R和S)将引起仿真器使用由“声音”条目确定的三种声音中的一种声音讲话。列 T(麻醉因子)允许操作者调整患者的麻醉深度。这将导致患者代谢速率的改变,该改变将转而经由模型中的代谢算法更改氧气消耗率和 CO₂ 生成率。

[0065] 列 U 至 W 调整患者的心血管健康。这些变量的操控将显示为在“O. R. 检测器”上示出的压力波形(和压力值)的变化。

[0066] 可以使用在列 X 中的真实条目来发起主动脉“十字夹紧”的外科应用,使心脏停止喷射血液并且使血压下降(除非心肺机操作者适当地执行他们的任务)。

[0067] 列 Y, Z 和 AA 控制与“心麻痹”递送(对心脏的麻醉)相关联的变量。该仿真器具有将测量来自心肺机的心麻痹的递送的流量传感器。列 Y 规定心麻痹是否将顺行或逆行(针对正常的血液流动模式)进入心脏。流量因素(列 Z)规定了心脏将对递送响应的速度。当心麻痹被递送时,EKG 模式将自动循环穿过取决于心麻痹递送速率的从正常模式到水平线的 12 个单独模式。如果心麻痹被逆行传递,则 CVP 压力轨迹(如图 4 中虚线底线)将自动转换到对指示心麻痹的驱动压力的“冠状窦的压力”的显示。“逆行阻力”列(AA)然后可以被用于指示对流动的阻力,影响显示在监视器上的压力。

[0068] 列 AB, AC 和 AD 规定了患者的膀胱温度和动脉和静脉的血液温度。显示十二个 EKG 图案的这些列,并且由列 AE 和 AF 中的条目设置患者的心率。患者的积累尿液输出由列 AG 控制,其结果被连续地显示在 O. R. 监视器上。接下来的 10 列(AH-AR)表示各种血液值的实验室结果。一些值被显示在在线血液监视器上。一些被用在计算机模型中来计算次级变量,并且一些被显示在实验室结果的打印输出中。

[0069] 活化凝血时间(ACT)分析仪由接下来四列(AT-AW)控制。该 ACT 分析仪由在列 AY 中的真实情况而变得可见。在分析完成后,ACT1 和 ACT2(列 AT 和 AU)规定产生的凝血时间。时间因素允许机器前进的比实时快,以允许其移动到结束,而无需为结果等待整个时间。在开始列(AW)中的 TRUE 值将发起分析。

[0070] 剩余的九列确定哪个可用监视器和分析仪将在 O. R. 监视器屏幕上可见。

[0071] 在列 AX 和 BC 中的“true”条目将显示出血气分析的结果的血液分析条。最后一列(BD)中的“false”条目将显示静脉血气的结果,且“true”将显示动脉血的结果。如果临床医生按压在 O. R. 监视器上示出的标记为“要求血气”的红色按钮,可以将这些结果打印在收据打印机上。

[0072] 除了暂停和重新启动的场景之外,控制器可以改变由在编程电子表格的列中所表示的功能的任何一个功能。这些功能的每个功能由在控制器显示器上的单独控制表示(见图 5A)。

[0073] 控制器还具有将相关患者的数据保存在病例的“电子医学记录”中的选项。可以将与病例相关的数据存储在时间标记数据的分离的电子表格中。

[0074] 在病例期间,通过打字到控制器显示器中部的数据条目框中并点击“提交”按钮,

可以录入来自控制器的评论（见图 5A）。

[0075] 计算模式

[0076] 根据一个或多个实施例，患者监视器 / 递送设备可以被用于“计算模式”（未示出）。“绝对模式”和“计算模式”之间的主要区别是，“计算模式”为仿真器提供能力，以基于临床操作者的行为而不是如上所述的规定的值来计算各种血气参数。在计算模式的情况下，呼吸机选项被包括在患者监视器 / 递送设备上。

[0077] 在计算模式中，通过将较低绿色按钮触摸到标有“呼吸机”的最右侧，临床医生可以使患者呼吸机在 O. R. 监视器屏幕上可见（高亮的红色圆圈）。可以选择“压力模式”呼吸机或“容积模式”呼吸机选项。通过首先触摸呼吸机上的旋钮来将其激活，然后转动在远端左下角处的大拇指轮以相应地调节参数来操作呼吸机。根据患者的大小和温度，借助于仿真器中的算法模型，包括 pH 和静脉氧饱和度的所有的血气将相应地做出响应。另外，可以借助于“氧合器控制”（由黄色圆圈突出显示），对在心肺机或 ECMO 机中的对人工肺通气的变量进行调节，并通过最右侧的上端绿色按钮而变为可见。取决于由心脏肺机或 ECMO 机递送的血液流速，“氧扫描”（上方的控制）或“氧合器 FIO₂（中间蓝色旋钮）的变化也将改变患者的血气和 pH。呼吸机和氧合机伴随地工作，使操作者可以独立地对每个进行调节。这使得有可能挑战临床医生，以确定患者是否足够情况良好以允许体外血液支持的终止，并因此过渡到单独呼吸机。

[0078] 用于加载“计算模式”场景的电子表格具有与上面描述的“绝对模式”的一些不同。对于“计算模式”，第一个区别是对描述患者的肺部疾病的参数的引入。死空间 (S)、肺内分流率 (V)、气道阻力 (W) 和肺顺应性 (X) 是表征患者遭受的肺部疾病程度的变量。这些参数中的任何一个参数的变化要求呼吸机的调节的特定变化，并将对血气结果具有影响。同样地，氧合器分流 (T) 定义了人工肺的有效性，并连同套管再循环 (U)，将确定心肺机或 ECMO 机的影响。

[0079] 另一场景参数中的主要区别在于，由于血气都被计算，因此在“计算模式”情景中缺少任何的血气。同样，代替记述患者的膀胱温度，“计算模式”取决于在仿真器存储器中的温度探针，探针用于在算法中使用并被显示在 O. R. 监视器屏幕上的值。

[0080] 现参考图 7，根据一个或多个实施例，示出了仿真患者与治疗机器交互过程的流程图 700。在计算设备 102 的处理器 202 和存储器 206 上实施流程图 700，并具有在患者模块 101、患者监视器 / 递送设备 108、以及计算设备 102 之间通信的相关数据，作为适当的协议。流程图 700 在操作 704 中发起临床场景，按照来自指导者或临床医生输入，从图 1 的计算设备 102 调用可执行文件并提供治疗设备选择输入 704-A，例如，ECMO 机。如果在真实模式中操作仿真系统 100，则来自治疗设备选项集合 103 中的被识别的治疗设备被耦合至患者模块 101。否则，如果在仿真模式中操作仿真系统 100，则由于忽略了任意物理设备的输入，并且在虚拟模式中执行整个临床场景，因此被识别的治疗设备可以被耦合至患者模块 101，或不耦合至患者模块 101。

[0081] 在操作 705 中，从电子文件（即，从相关字段，诸如如前面图 6 中所描述的从电子表格文件的列 A 到 BD）的顺序步骤中读取数据。操作 708 评价来自电子表格的用于给定顺序步骤的数据。例如，与性别、年龄、身高、体重、体液和器官温度、尿液输出和肺疾病程度或其他病理的相关的电子表格的列将由在临床场景模块 252 中操作的图 2B 的一个或多个算

法 262 评价,其由计算设备 102 的处理器 202 和存储器 206 执行。操作 708 还从许多不同的来源(诸如,虚拟患者和控制数据输入 708-A)接受输入,输入为算法从刚被读出的电子表格数据中内部地合成的数据。例如,在一个算法中,对患者的心脏情况的数据的读数可以随后提供至另一算法的输入,诸如,心肺算法,其由于给定的患者病理情况内部地降低与心脏度量相关的基准线。如图 1 和图 3 所示,另一至评价操作 708 的输入是物理设备传感器数据 708-B,例如,由 uController 305 经由患者模块 101 中的 A/D 303 被感测的,以及经由链路 130 被传达到计算设备 102 的压力和流量数据。例如,尽管给定的患者模块可能看上去被适当地耦合至 ECMO 机用于 ECMO 仿真,但实际的从患者模块 101 至 ECMO 机 112 的流体传递的实际发起可能暴露管道的物理耦合中的瑕疵。这可能引起测量的性能的改变,诸如,未耦合的端口具有泄露并由此导致图 3A 的输入管线 222 上测量的压力 320 的下降,该下降随后被传达至算法评价操作 708。虚拟设备调整输入 708-C 也可以被输入到操作 708。该输入可能由临床医生从头开始或先发地(即,在仿真系统 100 中仿真完成对顺序步骤的评价之前)调节而引起。如图 5A 中所描述的,另一输入为指导者输入 708-D,其可以实现较宽范围的控制调节或定时。最后,注释输入 708-E 可由指导者或临床医生输入到系统,用于值得注意的情况、反应、或性能。记录数据 708-F 的输出可以记录从设备设置到仿真的患者生命体征的任何物理及虚拟数据的时间采样率,并伴随有注释以捕获总体性能。

[0082] 当算法评价在操作 708 中提供的输入数据时,该所得的输出数据被传达到操作 710 中的用户显示器。例如,如图 5A 中所讨论,患者病理和虚拟控制信息可以被传达到图 1 的用户显示器,例如,经由患者监视器/递送设备 108 到计算设备 102 上的指导者,以及到临床医生。临床医生可以接收诸如患者生理状况和诸如药物管理的可选的仿真的(虚拟的)生理系统(连同“部件”一起)的数据。指导者显示器接收更为全面的用于控制和测试目的的信息组。

[0083] 并行于被发送至用户显示器的信息,来自算法评价操作 708 的其他信息被传达到操作 712 中的物理设备。算法输出被提供在电的、光的等管线 130 上到患者模块 101 中的物理控制设备,例如,步进阀 330、332、334、B. P. 泵 318 等,以为临床医生设定仿真的患者场景。因而,如果由患者模块 101 仿真的患者是超重的具有急性动脉硬化的成年男性,则信号可被传达到步进阀 334,其将从否则对于健康患者会是正常的直径大小而将它的内部直径显著地降低。许多其他应用特定场景可以被呈现在电子表格的数据中。

[0084] 来自算法评价操作 708 的输出的另一并行的分支是向用户传达音频/视频(A/V)广播数据的操作 714。例如,可以在患者监视器/递送设备 108 的扬声器系统上执行文本至语音指令,以传达声明、命令、问题或与临床医生/操作者的其他互动。在另一示例中,外科医生的头戴式摄像机视频剪辑可以在给定用于发起 HLM 的步骤的时间开始播放。备选地,可以产生有临床场景所请求的临床的或诊断的测试的视频或仍然图片,诸如血管造影片。

[0085] 因而,具有来自算法评价操作 708 的数据输出的多个并行分支的情况下,系统为临床医生提供了具有马上发生的许多改变的接近实时的体验。对于旨为连续的操作或情况,数据可以被提供以用于电子表格中连续步骤。备选地,一次只能改变一个变量,并且电子表格中的所有其他变量在贯穿多个步骤中保持不变。

[0086] 当算法评价数据时,以及当患者模块 101 和治疗设备开始反应时,仿真系统将在操作 716 中从仿真系统的用户接收输入,分别作为输入 716-A 和 716-B,该用户已经评价了

情况并通过改变物理控制设备或虚拟控制设备上的设置而正在反应。数据记录操作 716-C 可以与患者的生理数据一起,电子地存储输入 716-A 和 716-B,用于随后的临床医生的分析和评分,两者均来自物理传感器和来自虚拟仿真生命体征。

[0087] 在操作 718 中,询问确定是否期望改变临床场景的顺序。如果不期望改变,则操作 719 将临床场景前进至电子表格中接下来的顺序步骤,并且在从接下来的顺序步骤读出数据的操作 705 处开始,流程图 700 重复。然而,如果指导者希望调节临床场景的定时,则来自指导者的输入 722-A 可以在操作 722 中改变临床场景的定时。定时可以是时间上暂停的、加速的、阶跃的、变慢的、加速的,或可以取消临床场景。该操作允许指导者经由指导者显示器向计算设备 102 中的处理器 202 输入命令用于更改定时。例如,指导者可能希望前进到贯穿给定的临床场景的中途的步骤用于使临床医生关注在分立的操作上。如果指导者没有取消临床场景,则在操作后,临床场景前进到电子表格中的接下来的顺序步骤,并且流程图 700 重复。

[0088] 一旦临床场景已经完成或停止,不同的临床场景可以被上传至软件中,以及在临床医生上被测试的完全不同的场景中。备选地,在给定的临床场景已经完成或停止后,耦合至患者模块 101 的治疗设备可以在几分钟内被改变到不同的治疗设备,并且用于新的治疗设备的另一临床场景可以被运行在相同的患者模块 101 和计算设备 102 装备上。备选地,相同的患者生理数据可以被重新在新的治疗机器上使用,并因而提供了对不同治疗机器将如何导致不同的生命体征和不同的长期临床病程结果的紧密的定时的比较。

[0089] 备选的实施例

[0090] 为实现各个方面,本文中公开的对方法、操作、过程、系统以及装置的引用是可以以任意方式实施的,并且可以以机器可读介质(例如,计算机可读介质)的形式被执行。可读介质具体化为指令的集合,当被诸如计算机中的处理器、服务器等的机器执行时,指令的集合引起机器执行本文中所公开的操作或功能的任意操作或任意功能。功能或操作可以包括接收、测量、通信、更改、调节、发送等。

[0091] 术语“机器可读”介质包括能够存储、编码和/或携带由计算机或机器用于执行的指令集合的任何介质,并且机器可读介质引起计算机或机器执行各种实施例的方法论的任意一个或多个方法论。相应地,“机器可读介质”将被认为包括但不限于固态存储器、光介质和磁介质、光盘以及任意其他可以保留或存储指令和信息的存储设备,例如,仅非暂态有形介质。本公开也能够使用暂态信号(例如,电的、光的以及以任意形式的其他信号)以及传达指令、算法等以实施本过程和方法的协议来实施本文中所描述的方法和过程。

[0092] 诸如个人计算机、迷你计算机、大型机、服务器等的能够执行指令以实现本文中所描述的功能的任何功能的示例性计算系统包括诸如处理器的用于处理数据和指令的、被耦合至存储器的部件(例如,单处理器核或多处理器核),所述存储器用于存储信息、数据和指令,其中,存储器可以为计算机可用的易失性存储器(例如,随机存储器(RAM)),和/或计算机可用的非易失性存储器(例如,只读存储器(ROM)),和/或数据存储装置(例如,磁盘或光盘以及硬盘)。计算系统还包括诸如包括字母和功能键的字母输入设备的可选输入,或用于将用户输入信息和命令选择与处理器进行通信的光标控制设备,耦合至总线的用于显示信息的可选的显示器设备,可选的用于将系统与外部实体耦合的输入/输出(I/O)设备,诸如用于使能系统与外部网络(诸如但不限于,互联网)之间的有线或无线通信的调制解

调器。可以通过任意的传达信息的方法实现部件的耦合,例如,有线的或无线的连接、电的或光的连接、地址 / 数据总线或线路等。

[0093] 计算系统仅为一个适当的计算环境的示例,且并不旨在建议出对本技术的使用范围或功能的任何限定。计算环境也不应该被理解为具有任何依赖性 or 涉及对在示例性计算系统中图示出的组件的任何一个或组合的要求。可以在通常的由计算机执行的诸如程序模块之类的计算机可执行指令的上下文中描述本技术。通常,程序模块包括例程、程序、对象、组件、数据结构等,其执行具体任务或实施具体的抽象数据类型。可在分布式计算环境中实践本技术,其中,由通过通信网络链接的远程处理设备执行任务。在分布式计算环境中,可以将程序模块定位在包括存储器存储设备的本地或远程计算机存储介质中。

[0094] 本文中所述的方法和操作可以是与本文中所描述的示例性方法和操作不同的顺序,例如,以不同的次序。因此,可以将一个或多个附加的新的操作插入到存在的操作中,或者,根据给定的应用,只要得到基本上相同的功能、方式以及结果,则可以缩减或消除一个或多个操作。

[0095] 尽管已参考特定示例实施例对本实施例进行了描述,但将可以确信,在不偏离各种实施例的广义的精神或范围的情况下,可以对这些实施例做出各种修改及改变。

[0096] 出于说明和描述目的,已经呈现了本公开的特定实施例的前述描述。它们并不旨在穷尽性的或旨在将本发明限定为所公开的精确形式。在不偏离各种实施例的广义的精神或范围的情况下,鉴于上面教导的许多修改和改变是可能的。为了最好地阐述本发明的原理及其实践性应用而选择和描述了实施例,以使得其他本领域的技术人员能够最好的将本发明和具有各种修改的各种实施例利用为适用于设想的特定使用。本发明的范围旨在由随附的权利要求书及它们的等同方案限定。

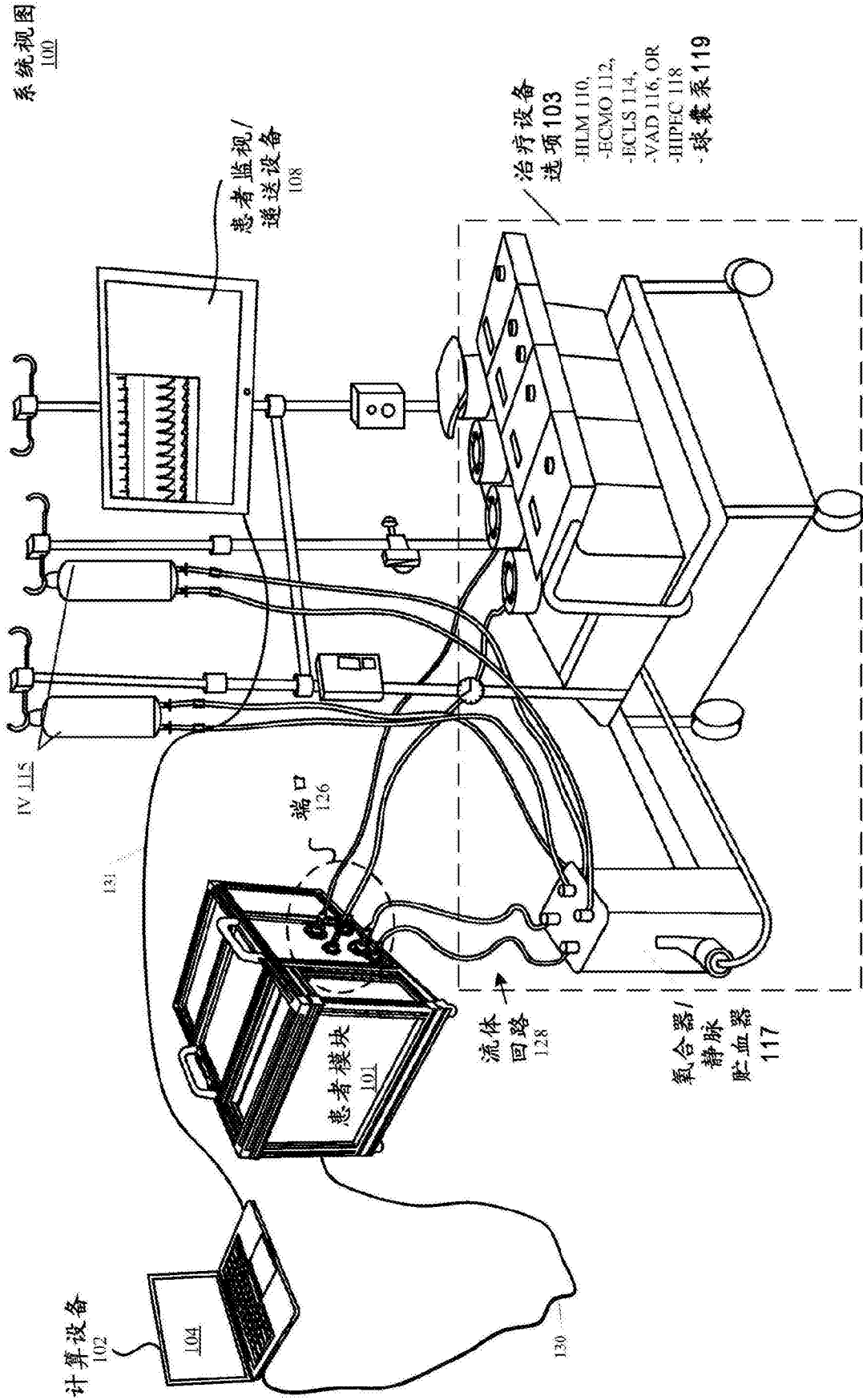


图 1

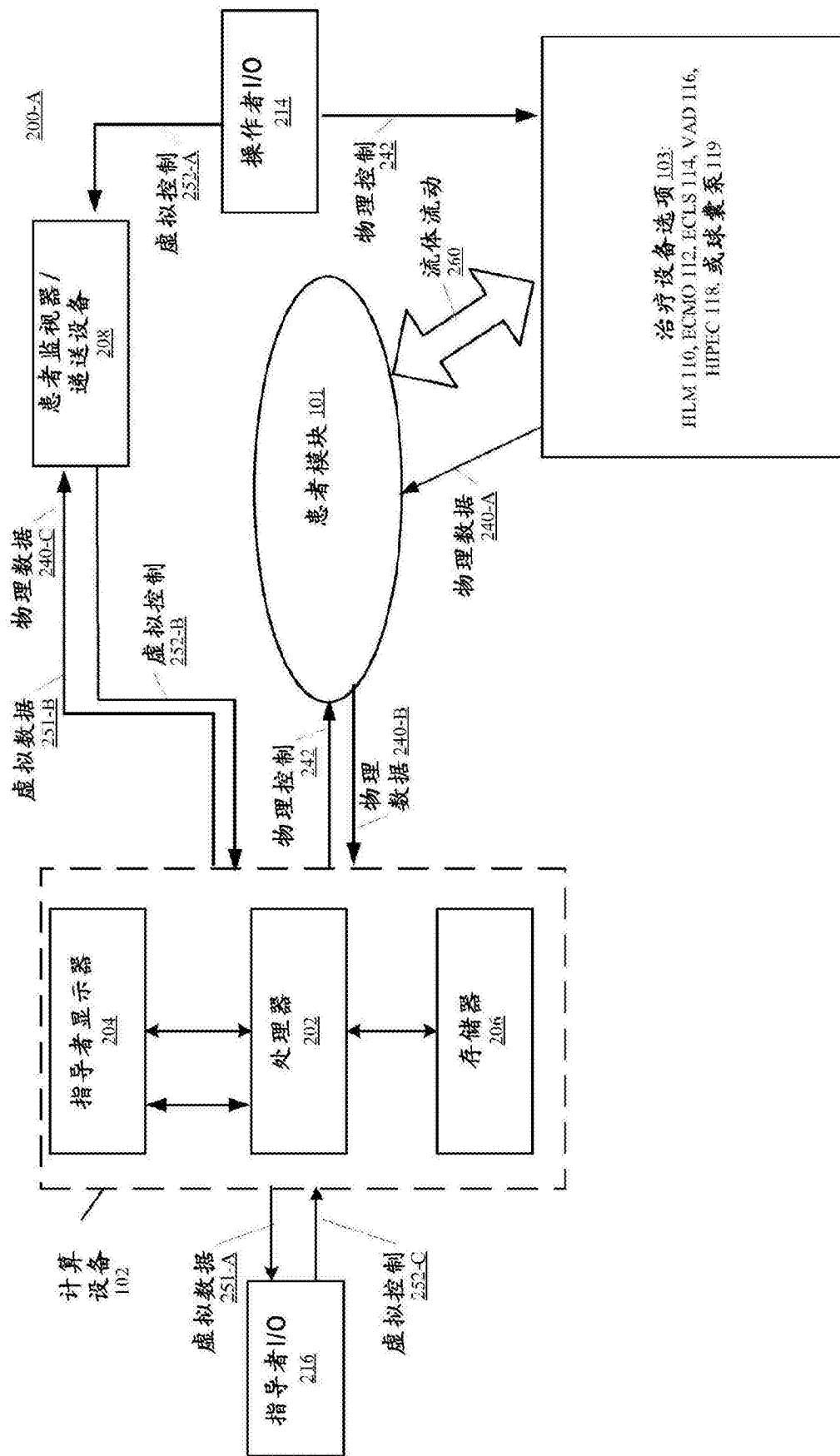


图 2A

200-B

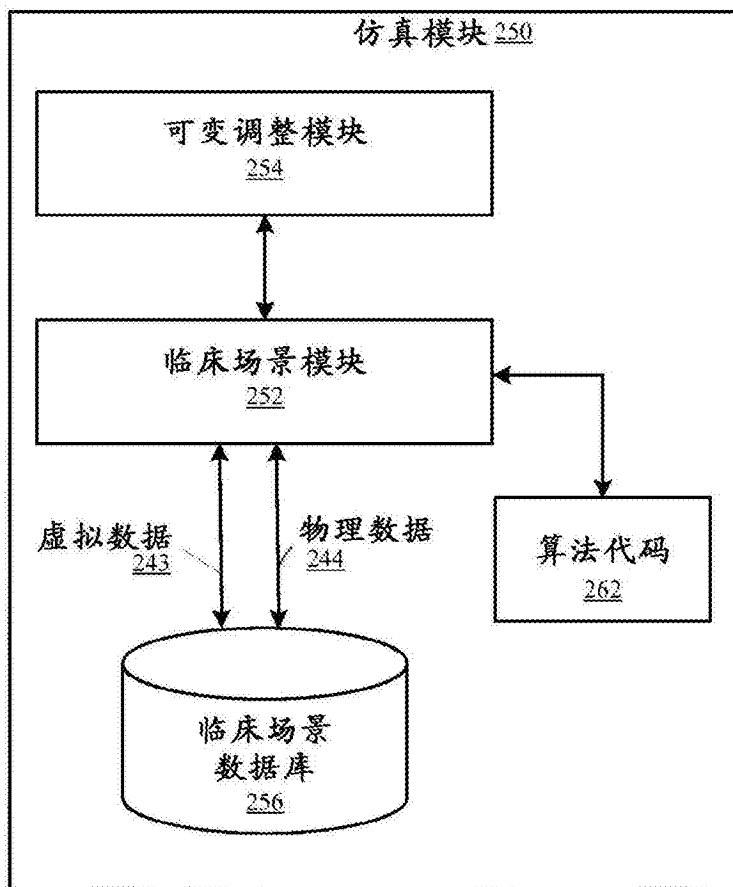


图 2B

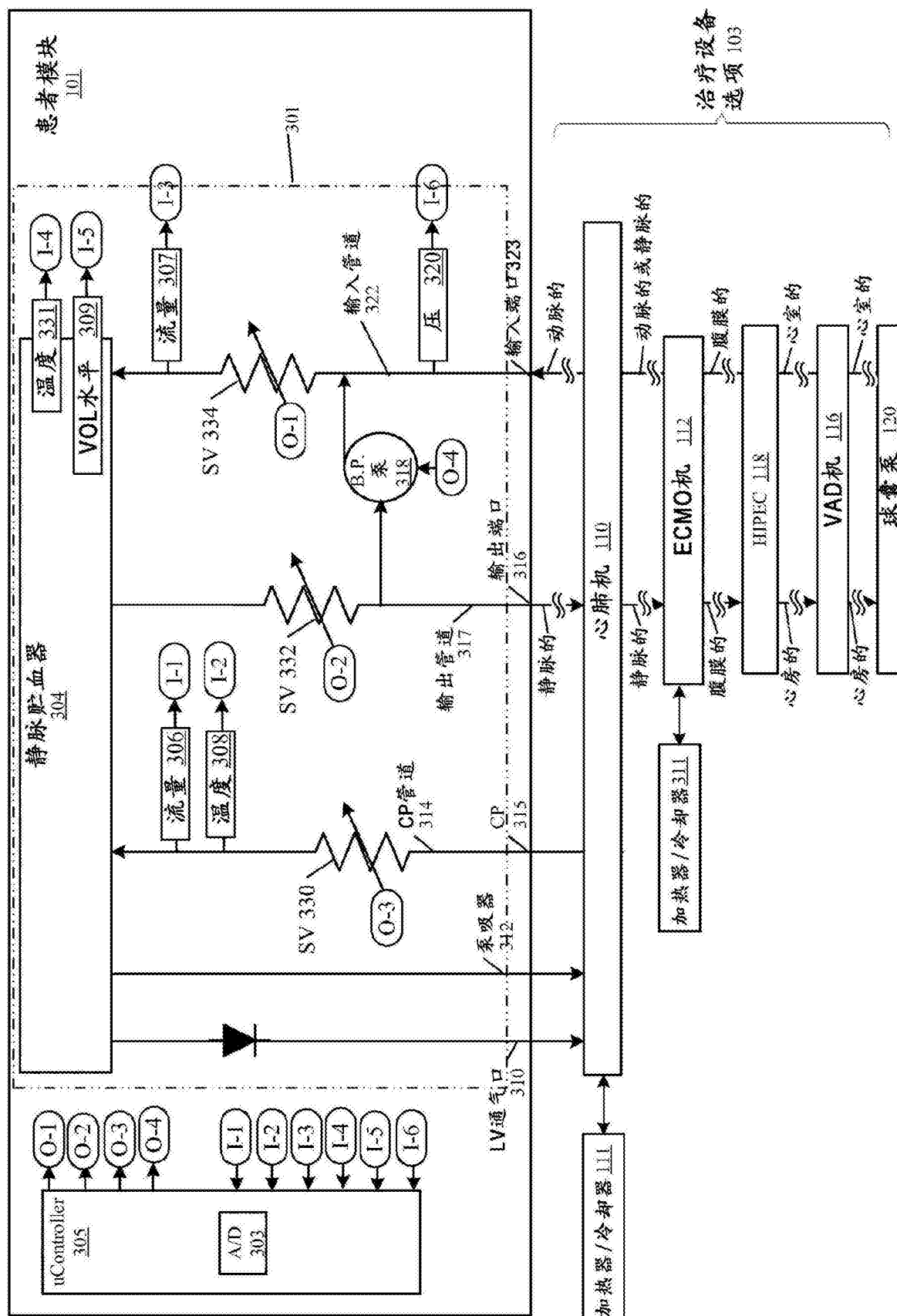


图 3

患者监视器/递送设备 108

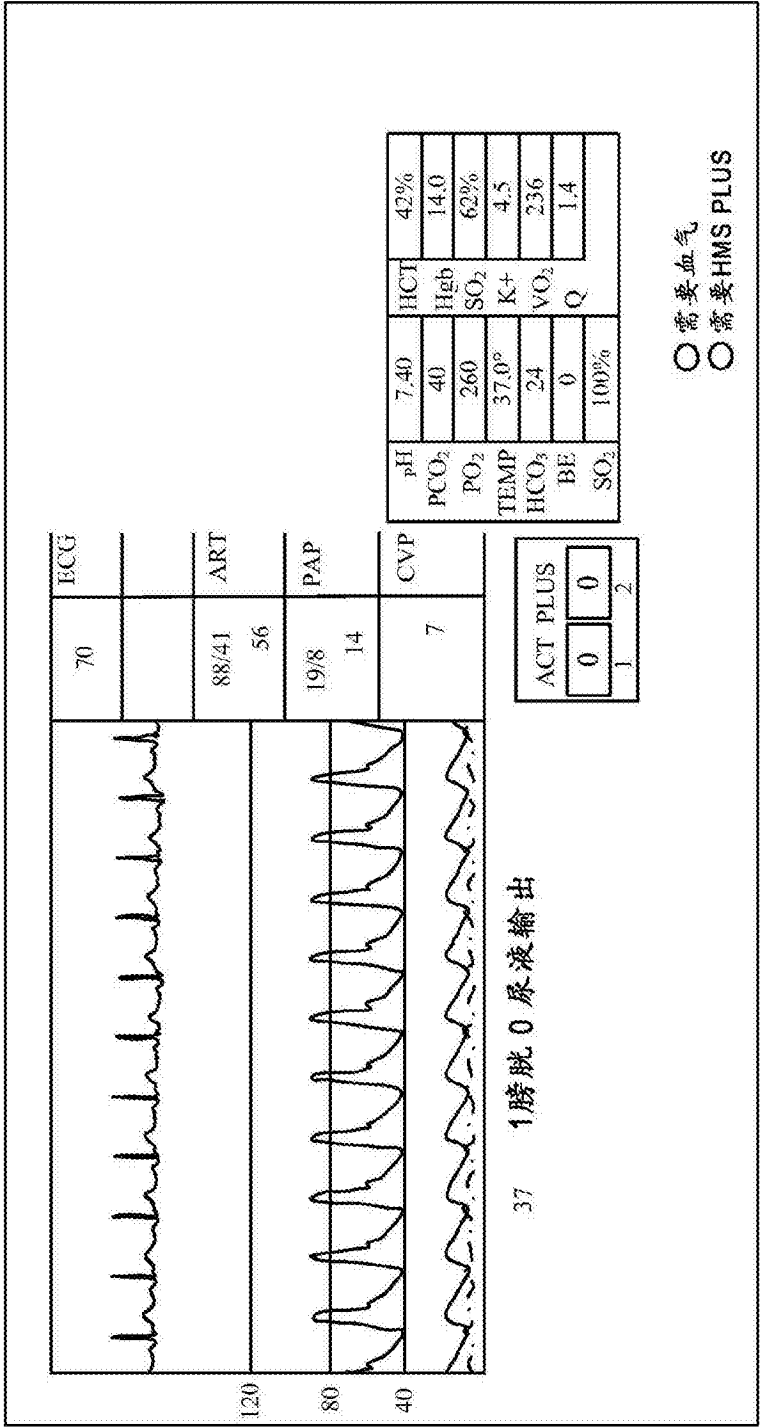


图 4

针对HLM的指导者/控制面板 104

SR STD ● 1 ● 2 ● 3 ● 4 ● 5 ● 6 ● 7 ● 8 ● 9 ● 10 ●

PUMP FLOW 0

PUMP INDEX 0

Δ 200202

TARGET FLOW INDEX

INIT FILE CONTROLS **HIDE** ●

CARDIOPLEGIA DELIVERY CP OFF ANTE RETRO 0 2 4 6 8 10

FLOW FACTOR

CALIBRATIONS **SHOW** ●

CARDIOPLEGIA FLOW 0

END SIMULATION

BLOOD CHEMISTRY

pH 7.40 pCO_2 45 HCO_3 24.6 K^+ 4.5

pO_2 260 SaO_2 99 GLU 151 NA^+ 145

A TEMP 37.5 V TEMP 37.5 LAC 1.3 CA^{++} 1.25

TIME FACTOR (SEC/SEC) 120

PATIENT VARIABLES

PATIENT ID 14 PATIENT AGE 14

SEX MALE

PATIENT HT (CM) 180

PATIENT WT (KG) 80

HGB 14.0

BLADDER TEMP

15 20 25 30 35 42

URINE OUTPUT (ML)

0 500 1000 1500 2000

DISPLAY GEM BSA 2.00

ARTERIAL **VO2** 285

X CLAMP **VC02** 226

SCENARIO

STEP#	SCENARIO STEP	DURATION
5	ANESTHESIOLOGIST	10
6	PATIENT PREPPED & DRAPED	8
7	BASELINE DATA	35
8	HEPARIN LOADING DOSE	15
9	READY TO PASS THE LINES?	10
10	PASS THE LINES	10

SCENARIO STEP

READY TO PASS THE LINES?

SURGICAL EVENTS

READY TO PASS THE LINES?

INI FILE CONTROL

WRITE ●

READ ●

IDLE ●

SCENARIO PROGRESS

STEP#	SCENARIO STEP	DURATION
1	ANESTHESIOLOGIST	10
2	PATIENT PREPPED & DRAPED	8
3	BASELINE DATA	35
4	HEPARIN LOADING DOSE	15
5	READY TO PASS THE LINES?	10
6	PASS THE LINES	10

SCENARIO PROGRESS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

ADVANCE (SECS) 900

TIME FACTOR (SEC/SEC) 1

SPEECH **SURGEON**

ARE YOU READY TO PASS THE LINES.

SUBMIT

SVO2 0

LV CONTRACTILITY 0 20 40 60 80 100

RV CONTRACTILITY 0 20 40 60 80 100

METABOLIC FACTOR SVR 0.2 0.5 1 1.5

图 5A

针对ECMO的指导者/控制面板 500-A

End Simulation

Sweep 550

Pump Flow

0

Max Cardiac Index

Scenario Name

Surgical Events

Text to Speech

Skills

Comments

Submit

VO₂ 143 BSA 1.89

VCO₂ 164 C.O. 4.54

Step #	Scenario	Step Duration
1	Baseline	30
2	ECMO Initiation Day 1	30
3	ECMO Day 2	30
4	ECMO Day 3	30
5	ECMO Day 4	30
6	ECMO Day 5	30

Scenario Progress

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30

Play Scenario

Pulmonary Compliance

Pulmonary Shunt Fraction

Dead Space

Oxygenator Shunt

Cannula Recirculation (%)

OR Clock

Time Factor (x/sec) 1

Advance (secs) 0

图 5B

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Step (min)	Drug (mg)	Name	Patient ID	Sex	Patient Age	Patient Ht (cm)	Patient Wt (kg)	Pump Volume	Pump Heparin	ACT Target Time	Baseline ACT	HDR Slope
1	20	Test Scene 1	101	FALSE	1	2	2	1001	1	101	100	
2	20	Test Scene 1	102	TRUE	2	2	2	1002	2	102	101	
3	20	Test Scene 1	103	FALSE	3	3	3	1003	3	103	102	

N	O	P	Q	R	S
Step (min)	Step	Surgical Events	Time Factor (x/sec)	Advance Text to Speech (secs.)	Voice
1	One	One	1	1	This is Step one
2	Two	Two	2	2	This is Step two
3	Three	Three	3	3	This is Step three

T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
Step (min)	Anesthetic Factor	RV Contractility	IV Contractility	SVR	Cross Clamp	Deliv Flow	Retrograde Resistance	Bladder Temp	V Temp	A Temp	EXG Choices	Heart Rate
1	0.9	100	100	1250	FALSE	1		37	37	37	0	100
2	0.8	50	50	1450	TRUE	2		38	38	38	1	50
3	0.7	20	20	1550	FALSE	3		39	39	39	2	20

AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD		
Step (min)	Hgb	paO2	SpO2	peCO2	HCO3-	pCO2	K+	Na+	Ca++	Glu	Lac	Temp	ACT Corrected	ACT 1	ACT 2	Time Factor	Start	SEM 3000	ACT Plus	HMS	Spec Med	Monitor Gen	Display Arterial	
1	12	93	97.4	43.6	23.8	48.5	4	135	8.6	93	12	TRUE	101	101	101	1	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	ART CO	TRUE	FALSE
2	16	200	99	45	24	48	5	140	7	100	8	FALSE	102	102	102	2	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	VEN CO	FALSE	TRUE
3	12	95	97.4	43.5	23.9	48.6	4	135	8.5	95	12	TRUE	103	103	103	3	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	BMU 40	TRUE	FALSE

图 6

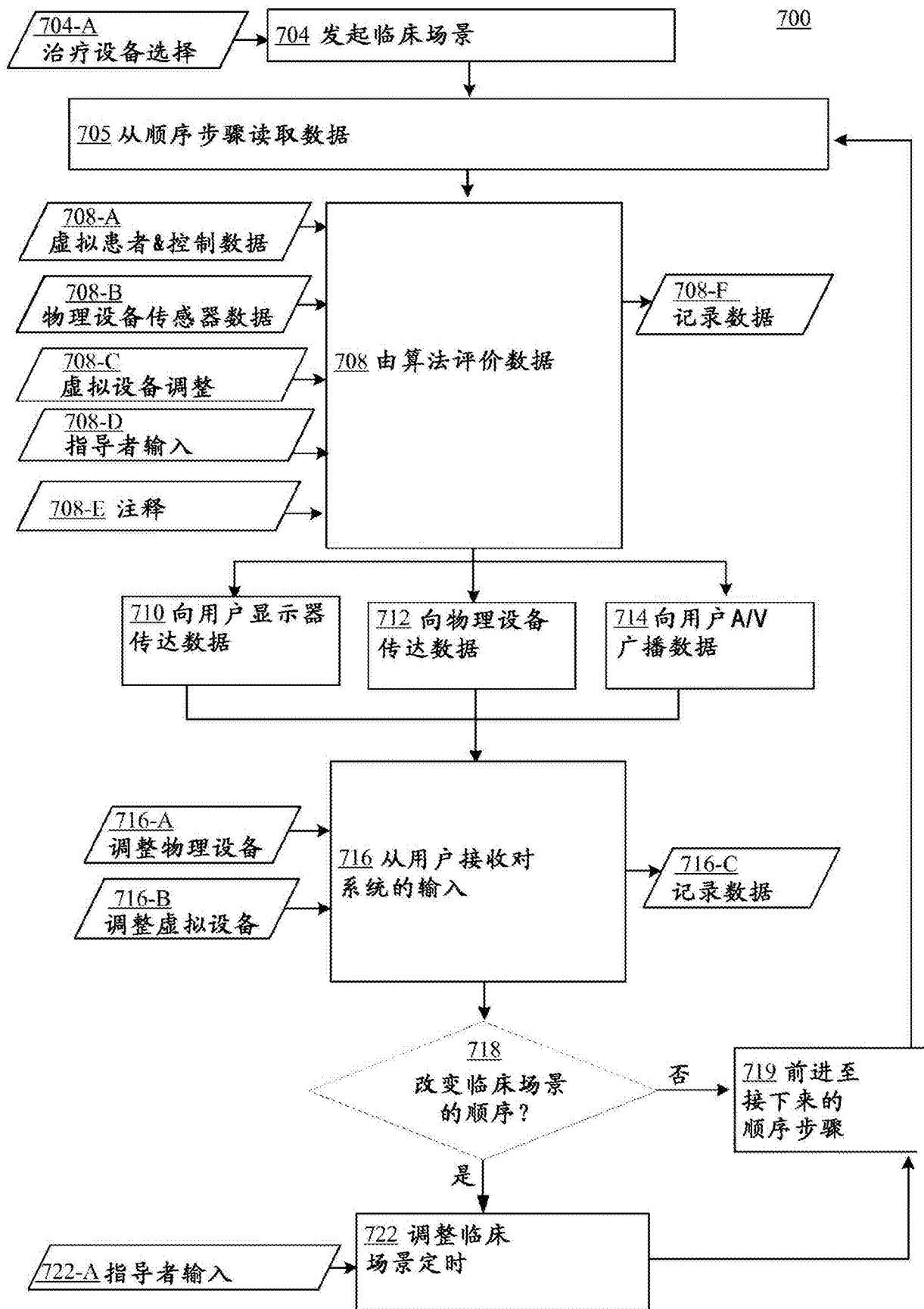


图 7

专利名称(译)	用于医学服务或诊断机器的患者仿真系统		
公开(公告)号	CN105050486A	公开(公告)日	2015-11-11
申请号	CN201380062871.X	申请日	2013-10-10
[标]发明人	理查德托尔曼		
发明人	理查德·托尔曼		
IPC分类号	A61B5/00		
CPC分类号	G09B23/28 G09B23/288 G09B23/303		
代理人(译)	王茂华 潘聪		
优先权	61/712250 2012-10-10 US		
其他公开文献	CN105050486B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种用于与诊断或治疗医学设备交互的患者仿真器的系统、方法和装置。该系统包括耦合至患者模块的计算设备。患者模块包括仿真与治疗设备的基准线流体互连的液压设备。计算设备管理物理和虚拟数据，提供用于仿真假设患者生命体征、长期临床病程的算法计算，以及仿真相关的流体特性。仿真系统自动执行在患者状况和设备场景的电子表格格式中被指定的步进式临床场景，仿真系统还包括手术室和诊断临床环境的音频/视频刺激，并伴随有数据记录能力。治疗设备可以是心肺机(HLM)、体外膜肺氧合(ECMO)机、紧急心脏生命支持(ECLS)设备、心室辅助设备(VAD)、透析机、温热腹腔化疗(HIPEC)机和主动脉球囊泵。

