



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103548027 B

(45)授权公告日 2017.01.25

(21)申请号 201280022989.5

(22)申请日 2012.03.19

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103548027 A

(43)申请公布日 2014.01.29

(30)优先权数据
61/453,867 2011.03.17 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2013.11.12

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2012/029698 2012.03.19

(87)PCT国际申请的公布数据
W02012/126010 EN 2012.09.20

(73)专利权人 阿迪塔兹公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 W·A·弗克鲁伊塞
D·J·雅特里施 Z·鲁贝尔

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 王茂华 辛鸣

(51)Int.Cl.
G06F 17/50(2006.01)

(56)对比文件
CN 101256590 A,2008.09.03,

审查员 张琰

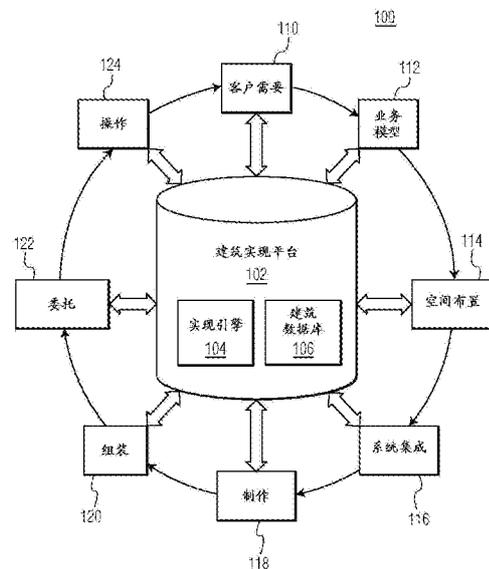
权利要求书3页 说明书14页 附图18页

(54)发明名称

用于实现建筑系统的系统和方法

(57)摘要

公开了一种用于实现建筑系统的系统和方法。在一个实施例中,一种用于复杂建筑系统的整体方式涉及到使用比如云服务之类的高生产率、高性能计算资源以从建筑伊始直至建筑操作来管理复杂建筑系统。由于使用高生产率、高性能计算资源,所以可以将在今尚未应用于复杂建筑系统的规模上从单个平台执行建模、优化、仿真和验证。此外,用于复杂建筑系统的整体方式涉及到使用集中式数据库以管理与建筑系统有关的所有信息。



1. 一种用于实现建筑系统的基于计算机的方法,所述方法包括:

接收与对于建筑系统的客户需要有关的输入,所述输入在远程客户端设备通过用户界面被接收并且用形式描述语言被表达;

根据所述客户需要输入来生成多个不同业务模型,其中所述业务模型用功能语言定义将在所述建筑系统内提供的用于满足所述客户需要的服务的类型和量;

根据所述业务模型中的至少一个业务模型生成多个不同空间布置,其中所述空间布置定义所述建筑系统的外形和外壳、所述建筑系统的块和堆以及所述建筑系统内的房间位置;

根据所述空间布置中的至少一个空间布置生成多个不同系统集成设计,其中所述系统集成设计定义所述建筑系统的基础结构的三维空间;

跟踪在所述客户需要、所述业务模型、所述空间布置和所述系统集成设计之间的依赖性。

2. 根据权利要求1所述的基于计算机的方法,其中与所述客户需要有关的信息、与所述业务模型有关的信息、与所述空间布置有关的信息和与所述系统集成设计有关的信息存储于中央数据库中。

3. 根据权利要求2所述的基于计算机的方法,其中中央数据库存储于云服务中。

4. 根据权利要求1所述的基于计算机的方法,其中生成多个不同业务模型和生成多个不同空间布置包括:

执行基于计算机的仿真操作和基于计算机的优化操作中的至少一个操作。

5. 根据权利要求4所述的基于计算机的方法,还包括:

在包括大规模处理系统的云服务的多个不同处理器之上分布所述仿真操作和所述优化操作的计算任务。

6. 根据权利要求5所述的基于计算机的方法,其中所述计算任务根据MapReduce框架由所述大规模处理系统执行。

7. 根据权利要求1所述的基于计算机的方法,其中与客户需要有关的所述输入包括客户价值的形式描述。

8. 根据权利要求7所述的基于计算机的方法,其中根据业务模型设计规则库生成所述业务模型。

9. 根据权利要求8所述的基于计算机的方法,还包括使用经由包括大规模处理系统的云服务而被并行访问的多个不同处理器在所述不同业务模型上计算行为仿真。

10. 一种用于实现建筑系统的基于计算机的方法,将在所述建筑系统内向患者提供保健服务,所述方法包括:

接收与对于建筑系统的客户需要有关的输入,所述输入在远程客户端设备通过用户界面被接收并且用形式描述语言被表达,所述输入包括将构建所述建筑系统的位置的指示;

根据所述客户需要输入来生成至少一个业务模型,其中所述业务模型用功能语言定义将经由所述建筑系统提供的保健服务的类型和量;

仿真所述业务模型的方面;

优化所述业务模型的方面;

根据所述至少一个业务模型生成所述建筑系统的至少一个空间布置,其中所述建筑系

统的所述空间布置定义所述建筑系统的外形和外壳、所述建筑系统的块和堆以及所述建筑系统的房间的放置;以及

仿真所述建筑系统的所述空间布置的方面;

其中在大规模处理系统的多个不同处理器之上分布仿真操作和优化操作的计算任务。

11. 根据权利要求10所述的基于计算机的方法,还包括:

跟踪在所述客户需要、所述业务模型和所述空间布置之间的依赖性。

12. 根据权利要求10所述的基于计算机的方法,其中所述计算任务根据MapReduce框架由所述大规模处理系统执行。

13. 一种用于实现建筑系统的系统,包括:

具有多个不同指令处理器的大规模处理系统;

与所述大规模处理系统通信的存储网络,所述存储网络存储计算机可读指令和数据,所述计算机可读指令和数据在由所述大规模处理系统处理时实施建筑实现平台;

所述建筑实现平台被配置用于:

接收与对于建筑系统的客户需要有关的输入,所述输入在远程客户端设备通过用户界面被接收并且用形式描述语言被表达,所述输入包括将构建所述建筑系统的位置的指示;

根据所述客户需要输入来生成至少一个业务模型,其中所述业务模型用功能语言定义将在所述建筑系统内提供的服务的类型和量;

仿真所述业务模型的方面;

优化所述业务模型的方面;

根据所述至少一个业务模型生成所述建筑系统的至少一个空间布置,其中所述建筑系统的所述空间布置定义所述建筑系统的外形和外壳、所述建筑系统的块和堆以及所述建筑系统的房间的放置;以及

仿真所述建筑系统的所述空间布置的方面;以及

跟踪在所述客户需要、所述业务模型和所述空间布置之间的依赖性;

其中在所述大规模处理系统的多个不同处理器之上分布仿真操作和优化操作的计算任务。

14. 根据权利要求13所述的系统,其中所述大规模处理系统和所述存储网络是云服务的单元。

15. 根据权利要求14所述的系统,其中所述建筑实现平台还被配置用于使用MapReduce网络在所述大规模处理系统的多个不同处理器之上分布仿真和优化的计算操作。

16. 一种用于实现建筑系统的系统,包括:

具有多个不同指令处理器的大规模处理系统;

与所述大规模处理系统通信的存储网络,所述存储网络存储计算机可读指令和数据,所述计算机可读指令和数据在由所述大规模处理系统执行时实施建筑实现平台;

所述建筑实现平台包括:

客户需要域,被配置用于用形式描述语言存储将构建建筑系统的位置;

业务模型域,被配置用于存储信息,所述信息指定将响应于来自所述客户需要域的标准而在所述建筑系统内提供的服务的类型和量;

空间布置域,被配置用于响应于来自所述业务模型域的标准而生成和存储所述建筑系

统的至少一个空间布置,其中所述建筑系统的所述空间布置定义所述建筑系统的外形和外壳、所述建筑系统的块和堆以及所述建筑系统的房间的放置;

系统集成域,被配置用于响应于来自所述空间布置域的标准而生成和存储至少一个系统集成设计,其中所述系统集成设计定义所述建筑的基础结构的三维空间;

制作域,生成建造如在所述系统集成设计中指定的所述建筑系统所需要的建筑部件的列表;以及

操作域,被配置用于响应于来自所述客户需要域、所述业务模型域、所述空间布置域和所述系统集成域的信息而生成和存储所述建筑系统的虚拟模型,并且还配置用于建模、仿真或者优化所述建筑系统的建造版本的操作参数。

17. 根据权利要求16所述的系统,还包括:

跟踪在所述客户需要、所述业务模型和所述空间布置之间的依赖性。

18. 根据权利要求17所述的系统,其中所述业务模型域和所述空间布置域被配置用于执行基于计算机的仿真操作和基于计算机的优化操作中的至少一个操作。

19. 根据权利要求18所述的系统,其中在所述大规模处理系统的多个不同处理器之上分布所述仿真操作和所述优化操作的计算任务。

20. 根据权利要求19所述的系统,其中根据MapReduce框架并行执行所述仿真操作和所述优化操作的所述计算任务。

用于实现建筑系统的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求对通过引用而结合于此、名称为“Method and system to plan, design, construct and deploy buildings”、于2011年3月17日递交的第61/453,867号临时美国专利申请的权益。

技术领域

[0003] 本发明总体上涉及建筑,并且更具体地涉及用于实现建筑系统的基于计算机的技术。

背景技术

[0004] 建筑是我们每天生活的组成部分。规划、设计和建造这些建筑的过程已经演进了数千年。如今,尤其对于如下现代设施(这些设施是从其分送复杂服务的地方(比如保健设施)),为了物理地实现这样的建筑而遵循的步骤非常复杂并且需要跨越若干不同学科的高程度娴熟工作。

[0005] 这一复杂性在为了构建可以用来以高效和盈利方式分送既定服务的可行设施而花费的时间、金钱和其他资源方面带来巨大挑战。若干行业和服务已经通过改变它们的工作流程并且适配它以更好地利用快速增长并且廉价的计算资源来满足了相似的复杂性挑战。这已经在那些行业中带来了增加的生产率。

[0006] 然而,技术和计算能力的出现已经发现在建立好的建筑设计和建造过程中的有限采用。作为结果,为了满足增长的复杂性需求而如今急需的的总生产率几乎没有增进。例如,已经发现尽管所有其他非农业产业从1964年到2004年已经倍增它们的生产率,但是建筑业同胞实际上已经落后。

[0007] 尽管关于建造生产率为何尚未跟上其他领域存在许多原因,但是可能的是在建筑设计和建造业中使用的常规方法不容易应用于一般技术并且特别是计算技术。几乎所有其他行业已经由于巧妙适配计算技术而增进了生产率,但是出于未即刻明显的原因,建造业尚未看到任何相似增进。

[0008] 建筑具有所有不同形状和大小,并且建筑复杂性根据它们的用途而变化。例如,从许多不同观点来看,保健建筑(比如医院)比空的仓库建筑复杂得多。建筑的复杂性在试图在数学上描述、建模、仿真、优化和验证建筑设计(比如医院的设计)时变得明显。具体而言,数学描述、建模、仿真、优化和验证各自是三维(3D)空间和时间操作的复杂组合。3D空间的特性例如包括建筑外壳和核心的细节、房间的大小和布局以及功能以及建筑基础结构的布线。时间操作的特性例如包括在建筑内提供的服务、建筑上的负荷(例如,患者量)和动态环境条件(例如,内部/外部温度、光、能量成本等)。

发明内容

[0009] 根据本发明的一个实施例,一种用于复杂建筑系统的整体方式涉及到使用高生产

率、高性能(HP2)计算资源以从建筑伊始直至建筑操作来管理复杂建筑系统。例如,HP2计算资源用来将客户需要的集合翻译成可以用来建造建筑的完整虚拟建筑设计。另外,可以使用在虚拟建筑的设计期间生成的信息作为以后用来制作、委托和操作虚拟建筑的构建版本的信息的基础。由于使用HP2计算资源,所以可以在迄今尚未应用于复杂建筑系统的规模上从单个平台执行建模、优化、仿真和验证。此外,用于复杂建筑系统的整体方式涉及到使用集中式数据库以管理与建筑系统有关的所有信息。集中式数据库概念与常规方式对照,在该常规方式中,每个不同学科(例如,建筑师、结构工程师、电气工程师等)维护他自己的学科专属信息的专有数据库。

[0010] 本发明的实施例的其他方面和优点将从通过本发明的原理的示例举例说明的与附图结合进行的以下具体描述中变得清楚。

附图说明

[0011] 图1图示整体建筑管理系统,该系统利用高性能和高生产率计算资源以实施从伊始到建筑操作进行建筑项目的建筑实现平台。

[0012] 图2描绘其中可以实施建筑实现平台的高生产率、高性能计算机架构的一个实施例。

[0013] 图3图示使用建筑实现平台来实施的并行分级设计技术的一个实施例。

[0014] 图4描绘建筑实现平台的用户界面的一个实施例,该用户界面包括用于激活建筑实现平台的实现引擎的可选择标签页;

[0015] 图5描绘来自建筑实现平台的业务模型域的用户界面的一个实施例。

[0016] 图6描绘来自建筑实现平台的业务模型域的用户界面的另一实施例。

[0017] 图7描绘来自建筑实现平台的空间布置域中的外形和外壳标签页的用户界面的一个实施例。

[0018] 图8描绘来自建筑实现平台的空间布置域的块和堆标签页的用户界面的一个实施例。

[0019] 图9和图10描绘来自建筑实现平台的空间布置域的房间放置标签页的用户界面。

[0020] 图11图示由建筑实现平台使用的统一数据模型的示例。

[0021] 图12是用于根据客户需要的集合生成系统集成设计的基于计算机的技术的过程流程图。

[0022] 图13图示用于使用建筑实现平台根据业务模型生成空间布置的对应过程流程的系统单元。

[0023] 图14图示建筑实现平台的一个实施例的架构的一个实施例。

[0024] 图15图示由实现引擎之一提供的服务的执行。

[0025] 图16是用于实现复杂建筑系统的方法的过程流程图。

[0026] 图17是用于实现建筑系统的方法的过程流程图,将在该建筑系统内向患者提供保健服务。

[0027] 图18描绘包括处理器、存储器和通信接口的计算机。

[0028] 贯穿说明书,相似标号可以用来标识相似单元。此外,在一些情况下,在每幅图中重复标号以便保持清楚并且避免附图的杂乱。

具体实施方式

[0029] 将容易理解,可以在广泛多种不同配置中布置和设计如这里总体描述和在附图中图示的实施例的部件。因此,如图中代表的各种实施例的以下更具体描述并未旨在限制本公开内容的范围,而是仅代表各种实施例。尽管在附图中呈现实施例的各种方面,但是除非明示否则未必按比例绘制附图。

[0030] 描述的实施例将在所有方面中仅被视为例示而非限制。本发明的范围因此由所附权利要求而不是由这一具体描述指示。将在权利要求的范围内包含落入权利要求的等效含义和范围内的所有改变。

[0031] 贯穿本说明书对特征、优点或者相似言语的引用并未暗示可以用本发明实现的所有特征和优点应当或者是在任何单个实施例中。实际上,引用特征和优点的言语被理解为意味着在至少一个实施例中包括结合实施例描述的具体特征、优点或者特性。因此,贯穿本说明书对特征和优点以及相似言语的讨论可以但是未必引用相同实施例。

[0032] 另外,可以在一个或者多个实施例中以任何适当方式组合本发明的描述的特征、优点和特性。相关领域技术人员按照这里的描述将认识,没有特定实施例的具体特征或者优点中的一个或者多个具体特征或者优点仍然可以实现本发明。在其他实例中,可以在某些实施例中认识到可能未存在于本发明的所有实施例中的附加特征和优点。

[0033] 贯穿本说明书对“一个实施例”、“一实施例”或者相似言语的引用意味着在至少一个实施例中包括结合指示的实施例描述的具体特征、结构或者特性。因此,贯穿本说明书的短语“在一个实施例中”、“在一实施例中”和相似言语可以但是未必都引用相同实施例。

[0034] 计算机已经被用来在数学上描述、建模、仿真和优化建筑。然而,常规的基于计算机的计算利用具有有限计算能力的基于PC的计算机平台以执行聚焦于单个问题(例如,结构性能、温度建模或者工作流程优化)的非常具体的操作。由于基于PC的计算资源的固有限制,常规设计、建模、仿真和优化操作被迫依赖于仅能在合理数量的时间内评估少数设计选项的的相对简陋的数学模型。增添对建筑系统的复杂性的一些特性是:系统部件未必具有数学上相似的结构并且可以涉及到不同时间或者空间规模;部件数目可以较大,有时庞大;可以用多种不同方式、最经常地非线性地和/或经由网络连接部件;本地和系统范围现象可以用复杂的方式相互依赖;整个系统的行为可能难以根据个别部件的行为来预测;并且整个系统行为可以沿着定性上不同的途径演进,这些途径可以显示在任何阶段对少量扰动的大量灵敏度。由于这样的建筑系统的复杂性,所以即使并非不可能也难以用如下方式在基于PC的计算机平台上全面设计、建模、仿真或者优化这样的建筑系统,该方式将提供超出常规技术的显著优点。

[0035] 根据本发明的一个实施例,一种用于复杂建筑系统的整体方式涉及到使用高生产率、高性能(HP2)计算资源以从建筑伊始直至建筑操作来管理复杂建筑系统。例如,HP2计算资源用来将客户需要的集合翻译成可以用来建造建筑的完整虚拟建筑设计。另外,可以使用在虚拟建筑的设计期间生成的信息作为以后用来制作、委托和操作虚拟建筑的构建版本的信息的基础。由于使用HP2计算资源,所以可以在迄今尚未应用于复杂建筑系统的规模上从单个平台执行建模、优化、仿真和验证。此外,用于复杂建筑系统的整体方式涉及到使用集中式数据库以管理与建筑系统有关的所有信息。集中式数据库概念与常规方式对照,在

该常规方式中,每个不同学科(例如,建筑师、结构工程师、电气工程师等)维护他自己的学科专属信息的专有数据库。

[0036] 图1图示整体建筑管理系统100,该系统利用HP2计算资源以实施从伊始(例如,客户需要)到建筑操作进行建筑项目的建筑实现平台(BRP)102。BRP是可以建筑操作根据客户需求的初始规范维护的建筑信息的中央中枢。在一个实施例中,BRP包括实现引擎104和建筑数据库106。在一个实施例中,实现引擎包括用于驱动与建筑系统有关的设计、建模、仿真、优化和验证操作的逻辑,并且建筑数据库包括与由实现引擎设计、建模、仿真、优化和验证的建筑系统(虚拟和/或实际)有关的存储的数据。

[0037] 从高级观点来看,BRP102支持在从更抽象到更少抽象的过程中运行的一系列分级域。图1中所示的分级域从更抽象到更少抽象是客户需要110、业务模型112、空间布置114、系统集成116、制作118、组装120、委托122和操作124。在复杂建筑系统的生命期中,每个域依赖于与先前域关联的数据。这样,图1也图示在不同域之间的时间关系,因为必须在过程可以移向下一个域之前指定先前域的某些细节。此外,跟踪在域之间的依赖性以对应于先前域的要求。

[0038] 在一个实施例中,客户需要110域涉及从所有者观点来看的所需建筑系统,也就是建筑系统的用途是什么(例如,保健、接待等)、建筑系统将位于何处以及用于评定设计的质量的度量及其重要性是什么。业务模型域112涉及将提供的用于满足客户需要的服务的类型和量。业务模型也可以支持建筑系统以及建筑系统的功能和空间程序的行为建模。空间布置域114涉及作为建筑结构的集合的建筑系统,这些建筑结构实施具有相对放置的房间的所需架构搭配。系统集成域116涉及完全详细的设施,该设施包括定义的3D空间和建筑基础结构,可以从这些3D空间和建筑基础结构推导详细建造文档。制作域118涉及需要如何制作和制造多少基本单元(即,建筑块)以建造建筑系统(例如,建筑部件的列表)。组装域120涉及需要如何以及按哪个顺序组装基本单元以建造建筑系统。委托域122涉及物理建筑系统及其行为。委托域可以包含与在系统集成域中保持的信息相似的信息而且也考虑可能已经在建筑系统的制作和组装期间出现的偏差。操作域124涉及在操作之时的建筑系统。在操作域中,建筑系统的虚拟模型可以实时用来优化过程(比如房间、员工和患者调度)以及评估和适配未调度的事件。

[0039] 在一个实施例中,使用物理建筑部件的预定义的集合从建筑伊始设计、建模、仿真、优化和验证每个复杂建筑系统。预定义的物理建筑部件的预定义的集合可以例如包括结构部件、层板部件和墙壁部件。每个预定义的物理建筑部件具有可以在BRP的各种域中用来产生更迅速和准确结果的已知特性(例如,尺度、建造材料、结构性能、热性能)的集合。具体而言,使用预定义的物理建筑部件允许开发和重用数学模型,这些数学模型实现复杂建筑系统的设计、建模、仿真、优化和生效。可以在建筑设计过程中的早期(例如,在业务模型域、空间布置域和系统集成域内)考虑物理建筑部件的预定义的集合。

[0040] 执行关于BRP102描述的过程需要大大超出由典型的基于PC的计算机系统提供的计算资源之外的计算资源。在一个实施例中,BRP贯穿复杂建筑系统的生命期利用HP2计算资源。图2描绘其中可以实施BRP的HP2计算机架构140的一个实施例。具体而言,HP2计算机架构包括大容量联网存储系统142、大规模处理系统144和用户接口设备146,例如,客户端机器。此外,可以从大规模处理系统调配负荷平衡器148和流程服务器150。

[0041] 用户接口设备146可以是客户端机器(通常为台式计算机、膝上型计算机或者平板计算机),可以在这些客户端机器上打开会话以控制设计流程并且查看特定建筑系统设计的执行结果。用户接口设备允许用户提供设计意图并且调用设计和分析步骤。结果在它们变成可用时来到用户接口设备。在一个实施例中,用户接口设备用来经由接入网络152访问BRP102的基于浏览器的用户界面。

[0042] 大容量联网存储系统142包括用于存储用来实施实现引擎的软件代码并且用于存储与使用BRP来管理的多个不同复杂建筑系统有关的数据的存储器。在图2的实施例中,大容量网络存储系统包括提供在兆兆位数据级的存储容量的存储服务器154的联网组合。

[0043] 与在其中每个不同学科(例如,建筑师、结构工程师、电气工程师、HVAC工程师等)具有他自己的内部专有计算机网络和建筑信息的数据库的常规技术对照,图2中描绘的计算机架构包括用于数据的中央贮存库,该数据跨越与复杂建筑系统有关的多个不同学科。例如,用于具体建筑的数据可以包括与客户需要、业务模型、空间布置、系统集成、制作、组装、委托和操作有关的数据。这可以包括如下信息,该信息跨越在建筑的生命期内常规地涉及到的学科中的许多学科。在图2的实施例中,大容量存储系统142包括存储建筑数据库106信息的一个或者多个存储服务器和存储用于实施实现引擎104的计算机指令的一个或者多个服务器。

[0044] 在一个实施例中,数据库服务器154存储被组织如下的设计信息:建造数据库、分析数据库、过程知识库和设计规则库。建造数据库可以包含与如何建造系统独立的各种系统描述。分析数据库可以包含通过在建造数据库中包含的系统的各种分析和仿真而获得的执行和质量结果。过程知识库可以包含与过程、人员模式、部门模式、建筑模式以及机械、电气和管道(MEP)布线模式有关的信息。设计规则库可以包含建筑法规,比如出口、防火和可接近性要求和行业最佳实践(注意,可以有存储的用于符合建筑规则的局部变化的不同设计规则集合)。虽然描述了特定数据库组织的示例,但是其他组织数据的方式是可能的。

[0045] 大规模处理系统144执行为了实施BRP而必需的计算机处理。例如,大规模处理系统执行高容积数学计算以实施BRP的设计、建模、仿真、优化和验证。在一个实施例中,大规模处理系统包括各自具有许多高速处理器(例如,在数以千计级和以上)的多个服务器158(即,服务器群或者计算机群),其中个别服务器由高速网络链路(比如吉比特以太网)相互连接。这样的大规模处理系统可以在分别被称为TFlop和PFlop的Tera(10^{12})到Peta(10^{15})次浮点运算每秒(Flop)级执行。大规模处理系统的示例包括具有3,328个处理核的CRAY XT3和具有14,752个处理核的CRAY XT5。在一个实施例中,大规模处理系统利用网格计算架构和/或多核处理器以根据“MapReduce”框架实施分布式计算。虽然描述了大规模处理系统的示例,但是其他大规模处理系统是可能的。

[0046] 可以是虚拟、每个用户接口设备146有一个和设计的流程服务器150可以从大规模处理系统144(例如,服务器群)借用的计算引擎,这些计算引擎执行实施BRP设计流程的指令。在一个实施例中,流程服务器保持每个唯一设计的设计状态。也就是说,流程服务器知道用于特定设计的设计循环的阶段。通常,流程服务器仅在存储器中保持足够设计以允许高效传送设计意图、结果和作业提交。对于计算密集任务,流程服务器向负荷平衡器148提交处理作业(即,计算任务),并且负荷平衡器基于项目、用户和任务优先级分布计算任务。

[0047] 大规模处理系统114的计算服务器158由流程服务器150用来例如使用用于并行处理的映射精简或者“MapReduce”技术来执行计算密集任务。在一个实施例中,由负荷平衡器148在流程服务器之中汇聚计算服务器。计算服务器可以从大容量网络存储系统142的数据库服务器154直接拉取大量设计信息并且向存储系统保存回原始结果。

[0048] 在一个实施例中,提供计算资源(除用户接口设备之外)中的一些或者所有计算资源作为“云服务”。例如,提供图2的HP2计算资源作为网络云160内的云服务。也就是说,计算资源不是BRP的所有者或者用户拥有的,但是作为替代在按需基础上由BRP的所有者或者用户利用和付费。例如,云服务(比如由Amazon Web Service(AWS)提供的云服务)可以用来实施BRP102。

[0049] 图2中描绘的HP2计算架构140在许多方式上不同于常规行业实践。具体而言,在瘦客户端用户接口设备146中隔离控制和呈现功能,而在包含计算和数据库服务器二者的良好控制和高性能的云服务中执行所有计算任务。未按照任务或者学科的类型(建筑师、建造工程师、机械工程师、操作分析师)分配计算机器,而是汇聚计算机器以用作为流程服务器和计算引擎。这一集中方式优化效率,因为在设计会话开始时从计算池抽取流程服务器并且流程服务器协调用于该设计会话的所有任务。此外,未按照学科组织数据库服务器,也就是说,未为每个学科单独组织它们,例如,一个数据库服务器各自用于建筑师、建造工程师、机械工程师和操作分析师。在图2的架构中,高带宽/高容积数据事务仅出现于数据库服务器154与计算服务器158之间。

[0050] 组合利用如参照图1和图2描述的BRP102和HP2计算架构140以实施一种迄今尚未在建筑设计领域中设想的从建筑伊始到完全定义的系统集成的分级并行设计技术。图3图示一种始于客户需要(例如,建筑伊始)并且向多个完全定义的系统集成伸展的并行分级设计技术的一个实施例。使用HP2计算资源,可以在从业务建模到空间管理到系统集成的每个域内并行实现和检查许多不同选项。在该过程中的每个步骤,可以存储和维护实例专属数据以用于在后续设计分析和/或修改中使用。此外,并行分级方式允许开发和跟踪都涉及回到客户需要的相同集合的许多不同设计方案。在图3的实施例中,客户需要的数据库170用来生成不同业务模型的集合,业务模型数据库172。每个不同业务模型的数据库用来生成被存储为空间布置数据库174的空间布置的集合。每个不同空间布置的数据库用来生成被存储为系统集成设计数据库176的系统集成设计的集合。

[0051] 现在参照图3-图10更具体描述图3中所示的并行分级过程。图4描绘BRP102的用户界面的一个实施例,该用户界面包括用于在BRP的客户需要域110、业务模型域112、空间布置域114、系统集成域116和制作域118中激活操作的可选择标签页或者图标180。在客户需要域内,指定客户需要。在一个实施例中,客户需要在客户端设备在基于web的用户界面中被呈现为客户需要的形式描述。例如,客户需要的形式描述是如在计算机科学中已知的信息的形式描述,该形式描述正确、精确和无含糊地表示某些概念,从而使得对客户需要做出反应。

[0052] 在一个实施例中,寻求构建用于特定用途的建筑(比如保健设施)的实体经由客户端设备向BRP102输入客户需要。例如,实体或者“客户”可以指定它想要向在具体邮政编码内的居民提供足够的急性保健服务以满足预期的需求。在另一实施例中,客户需要可以反映项目位置、服务目标、业务目标和/或客户需要的优先顺序。例如,客户需要可以指定将在

建筑中提供的服务的类型、将在建筑中提供的服务的量、资本投资限制、投资回报(ROI)要求和/或用于评定各种设计备选的质量的度量。在被指定时,客户需要与特定项目关联并且存储于BRP的数据库中。

[0053] 在一个实施例中,与保健建筑系统有关的客户需要包括用于建筑系统的所需位置、用于建筑系统的护理模型和客户的价值。关于价值,用户界面可以允许用户在滑动刻度上评定用户如何评价概念,比如创新、可持续性、生命周期成本、保健改进、效率和灵活性。在一个实施例中,客户需要域可以向用户提供输出,比如所需建筑系统位置的地图、用于所需位置的人口普查数据和公众健康信息(比如疾病控制中心(CDC)信息)。在一个实施例中,地图可以包括标识位于所需位置附近的有关设施(例如,其他保健设施、医生、实验室等)的指示器或者“pin”。

[0054] 与客户需要有关的信息然后可以存储于BRP102的客户需要数据库170中。例如,向项目给予名称,并且包括位置、护理模型、价值评定、地图信息、人口普查信息和DDC信息的项目信息都在项目名称之下存储于BRP数据库中。可以用不同项目名称建立不同项目,并且可以改变客户需要域中的任何用户专属标准。

[0055] 利用指定的客户需要,该过程可以移向业务模型域112,其中使用客户需要作为输入并且提供多个不同业务模型作为输出。在图3的实施例中,提供三个不同业务模型作为输出(BM1、BM2和BM3),但是应当理解,可以根据客户需要的相同集合生成多得多的不同业务模型。在一个实施例中,业务模型定义为了满足指定的客户需要而需要的建筑的“程序”。例如,业务模型指定将在建筑中提供什么类型的服务和将以什么量提供服务。业务模型也可以指定建筑的初始外壳。因此,业务模型可以包括空间维度和时间维度二者。

[0056] 如图3中所示,可以根据客户需要的相同集合并行生成多个不同业务模型。在一个实施例中,生成业务模型包括能够并行生成和评估大量不同设计的计算密集的设计、仿真、优化和生效过程。例如,有可能根据客户需要的单个集合在数十分钟(例如,少于一小时)内在数百个到数千个级的与业务模型有关的不同迭代上设计、仿真、优化和生效。

[0057] 在一个实施例中,在业务模型域112中执行的一个计算密集操作涉及到用于确定应当由特定建筑提供的服务的类型和量的行为仿真。行为仿真良好地适合研究作为业务模型的制定和实施的基础的过程。例如,行为仿真可以涉及到在多个级别测量变量、控制或者测量情境、处理历史事实、捕获跨越问题的过程差异以及链接过程到结果。在业务模型域中执行的行为仿真在逻辑上被链接到建筑的所得设计、建造和操作。

[0058] 贯穿业务模型域112,BRP102跟踪往回对客户需要的依赖性,从而使得在客户需要与生成的用于满足客户需要的业务模型之间存在直接关系。可以向业务模型域传播客户需要中的改变,并且可以对业务模型按需进行改变以满足客户需要。此外,可以按照对客户需要的改变来评估已经生成的业务模型。另外,每个不同业务模型的每个实例唯一地存储于数据库中,从而使得可以独立访问和修改每个实例。业务模型的每个实例的唯一存储允许访问、评估和/或修改个别业务模型而未影响与客户需要的相同集合对应的其他业务模型。

[0059] 在一个实施例中,业务模型标识将由建筑系统提供的服务线(例如,急救护理、健康护理、成像、实验室)和/或部门、对建筑系统的患者负荷以及房间和员工需要(例如,房间的数目和类型以及员工的数目和类型)。可以经由BRP102的用户界面向用户提供业务模型的输出。

[0060] 图5描绘来自BRP102的业务模型域112的用户界面的一个实施例。用户界面显示关于业务模型的信息,比如医疗医生(MD)的数目、医疗助理(MA)的数目、注册护士(RN)的数目、分诊区域的数目、外伤治疗房间的数目、急性护理体检房间的数目、体检房间的数目、观察床位的数目、成像房间的数目、外科手术房间的数目和床位的数目。在业务模型域内,可以基于建筑模型的标准和向BRP中并入的各种工作流程逻辑仿真建筑系统的行为。BRP的用户界面也使业务模型的某些参数能够被修改以用于在仿真中使用。例如,用户界面让用户能够调整与任何业务模型有关的参数,比如急性护理体检房间的数目、体检房间的数目、观察房间的数目、外伤治疗房间的数目、医疗医生的数目和注册护士的数目。

[0061] 图6描绘来自业务模型域112的用户界面的一个实施例,该用户界面示出在业务模型域内生成的仿真结果。例如,结果涉及在给定输入参数的某个集合时的患者逗留长度。在一个实施例中,事件驱动的仿真被实施并且不同仿真被建立以使用具体HP2计算资源。例如,使用MapReduce技术将每个计算操作映射到大规模处理系统中的处理硬件的具体集合。

[0062] 回顾图3,利用指定的各种不同业务模型,并行分级过程可以移向空间布置域,其中使用业务模型作为输入并且提供多个不同空间布置作为输出。在图3的实施例中,为每个业务模型生成至少三个不同空间布置。如所示,根据BM1生成空间布置SA11、SA12和SA13,根据BM2生成空间布置SA21、SA22和SA23,并且根据BM3生成空间布置SA31、SA32和SA33。虽然根据每个业务模型生成三个不同空间布置,但是应当理解,可以根据业务模型的相同集合生成多得多的不同空间布置。在一个实施例中,空间布置将建筑系统定义为3D空间,该3D空间包括建筑的基本结构和房间的放置。例如,空间布置定义建筑的近似平方英尺、建筑中的楼层的数目以及建筑内的房间的数目、类型、位置、平方英尺和功能。

[0063] 在一个实施例中,使用大规模处理系统的计算资源来并行生成空间布置。例如,大规模处理系统的计算资源用来设计、建模、仿真、优化和验证不同空间布置。

[0064] 在一个实施例中,空间布置域114中的处理涉及到基于相邻度标准和行为仿真性能对部门和/或房间的计算机辅助放置。使用计算机辅助放置和HP2计算资源,可以在相对短的时间段内建模、仿真、优化和验证许多不同空间布置。例如,建筑系统的能量效率仿真可以涉及到各自需要一小时来完成的一千个单独计算任务或者作业。使用HP2计算资源,一千个单独计算任务可以由分离的处理器(例如,分离物理硬件设备)并行处理从而将为了完成整个任务而需要的时间减少为千分之一。

[0065] 在空间布置域114内,BRP102跟踪往回对对应业务模型的依赖性,从而使得在空间布置、建筑模型和最终为客户需要之间存在直接关系。可以向空间布置域传播客户需要或者业务模型域中的改变,并且可以在必要时对空间布置进行改变。另外,每个不同空间布置的每个实例可以唯一地存储于数据库中,从而使得可以独立访问和操纵每个实例。由于按分级顺序维护业务模型和空间布置,所以仅需向空间布置传播影响特定分级链的改变。例如,如果仅对BM1的方面进行改变,则可以仅向空间布置SA11、SA12和SA13传播改变,而未影响链接到BM2和BM3的空间布置(例如,分别为SA21、SA22、SA23和SA31、SA32、SA33)。

[0066] 在一个实施例中,空间布置指定建筑系统的与“外形和外壳”、“块和堆”以及“房间放置”有关的方面。在一个实施例中,在空间布置域114内的外形和外壳指定参数,比如建筑系统的形状(例如,架构模式或者架构搭配)和尺度。外形和外壳也可以指定建筑在客户需要中指定的地点上的定向和位置。根据指定的外形和外壳,可以使用HP2计算资源来执行各

种模型、仿真和/或优化。例如,使用HP2计算资源,可以在迄今尚未可能的规模上执行能量效率仿真和优化操作。图7描绘来自空间布置域中的外形和外壳标签页的用户界面的一个实施例,该用户界面示出在外形和外壳级别实施的能量效率仿真的可调整参数。针对仿真的可调整参数包括当年时间(例如,月)、建筑的定向和在不同方向(例如,东西北南)上的透明与不透明之比。

[0067] 在一个实施例中,在空间布置域114内的块和堆指定如何在建筑系统的指定的外形和外壳内放置部门块和循环单元。例如,块和堆定义如何在水平方向上相对于彼此配置部门块以及如何在垂直方向上(例如,在多楼建筑的不同楼层之间)相对于彼此配置或者“堆叠”部门块。根据指定的块和堆,可以使用HP2计算资源来执行各种模型、仿真和/或优化。例如,操作可以包括交互部门距离探索、利用部门距离的行为仿真和生成个别部门块。图8描绘来自空间布置域的块和堆标签页的用户界面的一个实施例,该用户界面示出用于确定在特定块和堆给定时在某些部门之间的行进距离和时间的仿真的输出。

[0068] 在一个实施例中,在空间布置域114内的房间放置指定具体房间在具有具体块和堆布置的建筑系统内的位置。根据指定的房间放置,可以使用HP2计算资源来执行各种模型、仿真和/或优化。例如,操作可以包括交互房间距离探索、利用房间距离的行为仿真和出口设计规则检验。图9和图10描绘来自空间布置域的房间放置标签页的用户界面。具体而言,图9描绘用于房间放置的某些可调整标准,并且图10描绘基于的标准的给定集合生成的不同房间放置设计。

[0069] 回顾图3,利用生成和存储的各种不同空间布置,该过程可以移向系统集成域,其中使用空间布置作为输入并且提供多个不同系统集成设计作为输出。在一个实施例中,系统集成设计定义建筑的3D空间和建筑的基础结构。例如,用于建筑的系统集成设计定义建筑系统的基础结构单元在三个维度(即“3D”空间)中的位置。在系统集成设计中指定的建筑基础结构可以例如包括机械、电气和管道(MEP)系统、信息技术(IT)、安全和保险单元以及照明的位置和规格。在系统集成设计中,完全定义建筑基础结构单元的位置并且将这些位置集成到建筑系统的3D空间中。在一个实施例中,使用大规模处理系统的计算资源来并行生成系统集成设计以设计、建模、仿真、优化和验证不同系统集成设计。

[0070] 在图3的实施例中,为每个空间布置生成至少三个不同系统集成。如所示,对于共计二十七个不同系统集成设计,为空间布置SA11生成系统集成设计SI111、SI112、SI113,为空间布置SA12生成系统集成设计SI121、SI122和SI123,为空间布置SA13生成系统集成设计SI131、SI132和SI133,等等。虽然为每个空间布置生成三个不同系统集成设计,但是应当理解可以根据空间布置的相同集合生成多得多的不同系统集成设计。如图3中所示,可以根据客户需要的相同集合生成大量设计选项。另外,设计、建模、仿真、优化和验证所有不同设计选项的计算任务可以增长成很大、很快。因此,将HP2计算资源与集中式BRP102一起使用是实现并行分级设计技术的关键。

[0071] 在一个实施例中,由BRP102维护的统一数据模型190支持从客户需要的集合到系统集成设计的过程。图11图示由BRP在计算机建筑系统的设计、建模、仿真、优化和验证中使用的统一数据模型190的示例。如图11中所示,统一数据模型包括行为分级192、空间分级194和物理分级196。

[0072] 在一个实施例中,行为分级192定义从由个人在专用房间中使用具体装备的单个

活动到部门中的过程、服务线或者业务单位中的过程到建筑范围操作模型的操作和业务过程。行为描述可以具有各种抽象化程度。例如,可以将部门描述为造成成本并且产生收入的单个活动针对花费时间、造成成本并且产生收入的处置患者的活动或者需要具体装备的处置患者的员工的活动。除了人类行为描述之外,也可以存在对于非人类要素(如比如能量、光和水)的行为描述。在图11中,行为分级范围从活动到过程到服务到建筑操作,其中在行为分级中的每个级别比它的前一级别更抽象。

[0073] 在一个实施例中,空间分级194描述如何组织建筑的容积。例如,建筑具有层,每个层具有部门块和走廊,部门块具有房间、走道和循环空间,房间包含家具/固定设备/装备(FFE)单元。空间描述可以具有各种程度的抽象化。例如,可以根据模糊可构建体积、由地点规定的体积、物理约束、法律约束和所有者愿望针对描述建筑配置的架构搭配(例如,中庭比对脊)的概念、针对主要水平和垂直循环区域的描述、针对向建筑的各种阶段中全局分配部门、针对每个房间和走廊在建筑中的确切位置描述建筑。在图11中,空间分级范围从房间布局到部门布局到块和堆布局到建筑布局,其中在空间分级中的每个级别比它的前一级别更抽象。

[0074] 物理分级196描述物理建筑将如何由预定义的建筑部件的列表组成。在图11中,物理分级范围从材料到单元到系统到建筑,其中在物理分级中的每个级别比它的前一级别更抽象。例如,建筑单元可以包括预定义的物理部件(比如内墙、外墙、地板、天花板、浴室隔间、聚合装备墙壁地面模块、装备部件和隔间、公用事业框架、用于混凝土结构的钢筋笼、金属和混凝土地面组件、结构钢以及公用事业)的集合。在一个实施例中,预先已知并且在BRP102的不同域中按需使用建筑部件的某些方面,比如尺度、性能特性、美观额定值、环境考虑、成本、产品寿命等。如以上所言,使用各自具有已知特性的预定义的建筑部件允许开发和重用数学模型以设计、建模、仿真、优化和验证复杂建筑系统。

[0075] 对于每个数据分级并且在每个分级级别,存在抽象描述和一个或者多个结构描述二者。也就是说,在统一数据模型内,对象被描述为由更低级别的对象连接的实例的集合构成。例如,为了常规体检而来的患者的过程可以被描述为涉及到不同人员并且在不同位置出现的个别活动的连接的图形。统一数据模型可以在设计、仿真、优化和/或验证操作中由BRP使用。

[0076] 已经参照图1至图11描述了并行分级设计技术。如以上说明的那样,并行分级设计技术使用集中式BRP102和HP2计算架构140以并行并且以维护设计依赖性的分级方式处理许多不同业务模型、空间布置和系统集成设计。现在参照图12更具体地描述一种用于根据客户需要的集合生成系统集成设计的技术的一个实施例。具体而言,图12是一种用于根据客户需要的集合生成系统集成设计的基于计算机的技术的过程流程图。该技术利用高度地迭代的基于计算机的过程循环200,该过程循环200依赖于由HP2计算资源执行的计算密集的仿真、优化和验证操作以实施迄今尚未设想的并且不能使用常规的基于PC的计算机系统和包括学科专属专有数据库的常规建筑设计过程来实现的设计过程。

[0077] 在块202,指定客户需要。例如,通过用户界面指定客户需要,该用户界面查询用户可以根据具体功能描述输入客户需要。以上已经描述了在客户需要域处理的信息的示例。

[0078] 在块202,可以录入附加信息(比如与最佳实践有关的信息)作为客户需要的部分,该信息包括建筑和/或操作流程以及建筑法规。例如,可以存在应当从建筑伊始向设计中并

入的位置专属和/或客户专属最佳实践和建筑法规。客户需要(包括最佳实践和建筑法规)如以上描述的那样存储于数据库中。

[0079] 在块204,响应于客户需要生成至少一个业务模型。在一个实施例中,业务模型指定建筑将提供什么服务和将在什么量提供服务。在客户考虑向特定邮政编码的居民提供急性保健服务的情况下,业务模型可以定义应当提供的用于满足预期的需求的急性保健服务的类型和量。在块206,仿真业务模型中的一个或者多个业务模型的行为。在一个实施例中,行为仿真使用工作流程建模以仿真可以如何提供指定的服务。例如,仿真可以比较人员和过程工作流程模式与空间模式以确定提出的业务模型将如何执行。可以例如用性能度量的形式将行为仿真的结果输出为诸如患者等待时间、机器利用率、所需员工的数目、员工利用率、空间利用率、能量效率等参数的图形或者额定值。各种不同参数可以用来基于行为仿真来评估业务模型的合乎需要性。

[0080] 在块208,可以评估行为仿真的结果以查看是否已经满足客户需要。这可以是人工过程,该过程包括直接人类交互、基于预编程的标准的自动过程(无人交互)或者其组合。在块210,也有可能修改客户需要和/或业务模型。可以在例如包括行为仿真的流程的下游传播对客户需要和/或业务模型的修改。

[0081] 在块212,一旦行为仿真已经示出特定业务模型满足客户需要,则可以让业务模型通过基于计算机的优化过程。例如,基于计算机的优化过程可以通过大量设计备选运行以优化建筑设计的某些方面。在一个实施例中,优化过程尝试优化在客户需要中指定的重要区域。例如,如果客户需要高度重视工作者方便,则可以偏好使工人步行距离最小的设计。同样地,如果客户高度重视能量效率,则可以偏好使对于人造光和HVAC的需要最少的设计。其他优化标准可以包括投资回报(ROI)、资本开支操作开支、患者等待时间或者其任何组合。

[0082] 在复杂建筑系统(比如医院)中,客户需要将指定仅能通过大量设计变量的多维分析来优化的广范围设计优先级。大量设计变量的多维分析如参照图2描述的那样在计算上由HP2计算资源处理。

[0083] 一旦已经优化了业务模型,则在块214,使优化的业务模型通过生效过程。生效过程检验以查看特定业务模型是否满足特定设计规则(例如,设计规则校验)和/或查看业务模型是否满足指定的客户需要。可以在设计移向空间布置域之前通过多个迭代运行生成新业务模型(或者修改已经存在的业务模型)、行为上仿真新业务模型、优化新业务模型以及使新业务模型生效的过程。

[0084] 在块216,可以使用每个生效的业务模型作为输入以生成一个或者多个空间布置。如以上描述的那样,空间布置可以指定建筑系统的外形和外壳、建筑系统的块和堆布置以及房间放置。可以如描述的那样使用HP2计算资源来仿真和/或优化空间布置。在块218和220,可以通过验证和修改的迭代过程处理空间布置。例如,验证操作可以涉及到设计规则校验,并且修改可以涉及到调整空间布置的一个或者多个参数。

[0085] 在块222,可以使用每个验证的空间布置作为输入以生成一个或者多个系统集成设计。如以上描述的那样,系统集成设计可以指定建筑系统的3D空间和基础结构。在系统集成域中,可以使用HP2计算资源按需仿真和优化系统集成设计。在块224和226,可以通过验证和修改的迭代过程处理空间集成设计。例如,验证操作可以涉及到设计规则校验,并且修

改可以涉及到调整系统集成设计的一个或者多个参数。系统集成设计的输出可以用来实施如分别由块228、230、232和234代表的在制造、组装、委托和操作域中的操作。

[0086] 图13图示用于使用BRP102根据业务模型生成空间布置的系统单元和对应过程流程。系统单元包括业务模型数据库170中的至少一个业务模型数据库、空间布置数据库174中的至少一个空间布置数据库、分析数据库240、构建设计知识库242、合成工具244、分析工具246(例如,仿真和/或生效)和优化工具248。在构建设计知识库中,法规和规则单元250包括建筑法规和建筑设计法规,模式单元252包括设计模式(例如,架构模式或者架构搭配)的预先建立的集合,保健(HC)过程单元254包括保健过程工作流程规则,并且房间库256包括具有某些物理和/或操作特性的房间的预先建立的集合。在操作中,来自业务模型的信息由合成工具处理以生成一个或者多个空间布置。合成工具使用来自建筑设计知识库和设计意图258的信息(例如,设计标准)以生成空间布置。然后可以按需分析(例如,仿真和/或生效)空间布置并且分析的结构被存储在分析数据库中。优化工具可以用来改变设计意图的参数(例如,建筑的定向(见图7)或者每翼房间数目或者护士比率(见图9)),然后通过合成工具传播这些参数以生成优化的空间布置。

[0087] 虽然以上已经在保健建筑(比如医院)的情境中描述了BRP102,但是以上描述的BRP和关联的技术适用于其他建筑和建筑系统。例如,BRP和关联的技术可以适用于接待建筑(例如,酒店)、公寓/公寓建筑和运输设施(例如,机场)。此外,建筑系统可以包括可以相互脱离、相互部分附着或者相互完全附着的一个或者多个建筑。例如,建筑系统可以是位于相同物理地点/位置并且旨在于满足客户需要的集合的建筑或者建筑集合。

[0088] 图14图示相对于在网络的客户端侧上的用户接口设备146和从其实施BRP102的云服务而言的BRP的一个实施例的架构的一个实施例。如图14中描绘的那样,BRP包括BRP应用300、实现引擎302、应用编程接口(API)304、中间件连接器306和数据库308。在一个实施例中,实现引擎提供BRP的设计、建模、仿真、优化和验证服务,并且BRP应用提供如下逻辑,该逻辑允许客户端设备的用户经由用户界面与由实现引擎提供的服务通信并且控制这些服务。API提供用于使实现引擎能够从数据库获得数据并且向数据库提供数据的逻辑。中间件连接器提供在实现引擎与数据库之间的抽象化层。数据库存储与建筑系统的设计、建模、仿真、优化和验证有关的数据。在图14的实施例中,数据库包括建造数据库310、分析数据库312、过程知识库314和设计规则库316,但是可以用其他方式组织数据库中的数据。在一个实施例中,为了实施BRP应用、实现引擎、API和中间件连接器而必需的计算机可读指令以及数据库中的数据存储于云服务的服务器中。在被调用以用于执行时,指令和对应的数据如以上描述的那样由云服务的处理器处理。

[0089] 图15图示执行由实现引擎302之一提供的服务。例如,服务是如下仿真,该仿真涉及到在大量物理上不同的处理器或者分离的处理核之中分布计算任务的集合。如图15中所示,在N个不同处理器350之中分布与相同仿真操作有关的N个不同计算任务,其中N例如在范围100-1,000中。如以上描述的那样,可以通过云服务提供并且仅在按需基础上使用处理器。

[0090] 在一个实施例中,BRP102允许基于用户需要以及包括建筑法规和对应行业中的最佳实践的全面规则集合生成和优化虚拟建筑。用户使用设计流程来创建虚拟建筑,该设计流程从很抽象描述(例如,服务于由邮政编码的集合定义的区域而有足够急性护理容量满

足需求)到完全详细描述逐渐演变设计,该详细描述包含架构意图、工程细节和建造细节,这些细节未留下关于应当如何构建建筑和建筑系统将如何执行的含糊性。一旦虚拟建筑在BRP内完成,则BRP可以用各种行业标准格式生成详细操作和建造文档。在一个实施例中,由BRP维护的虚拟建筑系统包含关于建筑和所有它的子系统以及关于它的使用和它沿着许多维度(比如操作成本、建造成本、热舒适度水平、日光使用、可持续性、操作效率、患者体验)的性能的详细信息。由BRP维护的虚拟建筑系统足够详细和准确以使得它可以用来无含糊地生成用于建造具有与虚拟建筑系统的性能匹配的性能的实际建筑系统的详细建造文档。

[0091] 在一个实施例中,由BRP维护的虚拟建筑系统可以用来预测在建筑的寿命期间的改变的牵连。在一个实施例中,虚拟建筑系统包括以下各项的描述:建筑结构;过程和服务线、机械、电气、管道(MEP)子系统;信息技术(IT)子系统;热/能量行为;地震行为;光行为;以及声音行为。在一个实施例中,在BRP中维护的虚拟建筑系统在以下方式上不同于当前实践:除了物理建筑的描述之外,虚拟建筑系统也包括建筑的用途和操作的描述,因为建筑和过程二者需要一起被设计和测量。不同地分割关于建筑的信息。传统上,按照域(建筑结构、机械系统、电气系统)将信息分组而在各种域之间有松散耦合。这样做是因为用于不同域的工具集合不同并且因为域专属信息与不同公司一起驻留。这里,按照其中做出设计决策并且信息变成可用的序列对所有域的信息进行分组。不同于当前建筑信息建模(BIM)实践(其中整个架构是隔离的系统的联合网络),每个系统保持黄金设计信息的一部分并且在需要基础上使用标准协议相互交换最少信息,这里描述的方式是行星配置,其中不同系统排他地通过BRP通信。黄金设计信息驻留于中心数据库中,并且使用卫星系统作为改变中央黄金信息和回报的代理。

[0092] 图16是用于实现复杂建筑系统的方法的过程流程图。在块400,接收与对于建筑系统的客户需要有关的输入,在远程客户端设备通过用户界面接收并且用形式描述语言表达该输入。在块402,根据客户需要输入来生成多个不同业务模型,其中业务模型用功能语言定义将在建筑系统内提供的用于满足客户需要的服务的类型和量。在块404,根据业务模型中的至少一个业务模型生成多个不同空间布置,其中空间布置定义建筑系统的外形和外壳、建筑系统的块和堆以及在建筑系统内的房间位置。在块406,根据空间布置中的至少一个空间布置生成多个不同系统集成设计,其中系统集成设计定义建筑系统的基础结构的三维空间。在块408,在客户需要、业务模型、空间布置和系统集成设计之间跟踪依赖性。

[0093] 图17是用于实现建筑系统的方法的过程流程图,将在该建筑系统内向患者提供保健服务。在块420,接收与对于建筑系统的客户需要有关的输入,在远程客户端设备通过用户界面接收并且用形式描述语言表达该输入,该输入包括将构建建筑系统的位置的指示。在块422,根据客户需要输入来生成至少一个业务模型,其中业务模型用功能语言定义将经由建筑系统提供的保健服务的类型和量。在块424,仿真业务模型的方面。在块426,优化业务模型的方面。在块428,根据至少一个业务模型生成建筑系统的至少一个空间布置,其中建筑系统的空间布置定义建筑系统的外形和外壳、建筑系统的块和堆以及建筑系统的房间放置。在块430,仿真建筑系统的空间布置的方面。在块432,在大规模处理系统的多个不同处理器内分布计算密集的仿真和优化操作。

[0094] 虽然按特定顺序示出和描述这里的方法的操作,但是可以变更每个方法的操作的顺序,从而使得可以按相反顺序执行某些操作或者从而可以使得至少部分与其他操作并行

执行某些操作。在另一实施例中,可以用间歇和/或交替方式实施指令或者不同操作的子操作。

[0095] 应当注意,可以使用存储于非瞬态计算机可用存储介质上的用于由计算机执行的软件指令来实施用于方法的操作中的至少一些操作。作为示例,计算机程序产品的一个实施例包括用于存储计算机可读程序的计算机可用存储介质,该计算机可读程序在计算机上执行时使计算机执行如这里描述的操作。

[0096] 另外,本发明的至少部分的实施例可以采用从计算机可用或者非瞬态计算机可读介质可访问的计算机程序产品的形式,该计算机可用或者非瞬态计算机可读介质提供计算机可执行指令或者程序代码用于由计算机或者任何指令执行系统使用或者与计算机或者任何指令执行系统结合使用。出于本说明书的目的,非瞬态计算机可用或者计算机可读介质可以是任何可以包含或者存储程序用于由指令执行系统、装置或者设备使用或者与指令执行系统、装置或者设备结合使用的装置。

[0097] 计算机可用或者计算机可读介质可以是电子、磁、光、电磁、红外线或者半导体系统(或者装置或者设备)。计算机可读介质的示例包括半导体或者固态存储器、磁带、可拆卸计算机盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、硬磁盘和光盘。光盘的当前示例包括紧致盘带只读存储器(CD-ROM)、紧致盘带读取/写入(CD-R/W)和数字视频盘(DVD)。

[0098] 在一个实施例中,以上描述的功能由执行计算机可读指令的一个或者多个计算机执行。图18描绘包括处理器502、存储器504和通信接口508的计算机500。处理器可以包括多功能处理器和/或专用处理器。处理器的示例包括IBM的PowerPC™处理器系列和Intel的x86处理器系列,比如Xeon™处理器系列和Intel X5650处理器。在计算机内的存储器可以例如包括存储介质、比如只读存储器(ROM)、闪存、RAM和大容量持久存储设备、比如硬盘驱动。通信接口例如经由网际协议(IP)实现与其他计算机通信。计算机执行存储介质中存储的计算机可读指令以实施如以上描述的各种任务。

[0099] 在以上描述中提供各种实施例的具体细节。然而,可以用这些具体细节中的少于所有细节实现一些实施例。在其他实例中,为了简洁和清楚,未用比用于实现本发明的各种实施例的细节更多的细节描述某些方法、过程、部件、结构和/或功能。

[0100] 虽然已经描述和图示了本发明的具体实施例,但是本发明将不限于这样描述和图示的部分的具体形式或者布置。本发明的范围将由所附权利要求及其等效含义限定。

[0101] 在以上描述中提供了各种实施例的具体细节。然而,可以用这些具体细节中的少于所有细节实现一些实施例。在其他实例中,为了简洁和清楚,未用比用于实现本发明的各种实施例的细节更多的细节描述某些方法、过程、部件、结构和/或功能。

[0102] 虽然已经描述和图示了本发明的具体实施例,但是本发明将不限于这样描述和图示的部分的具体形式或者布置。本发明的范围将由所附权利要求及其等效含义限定。

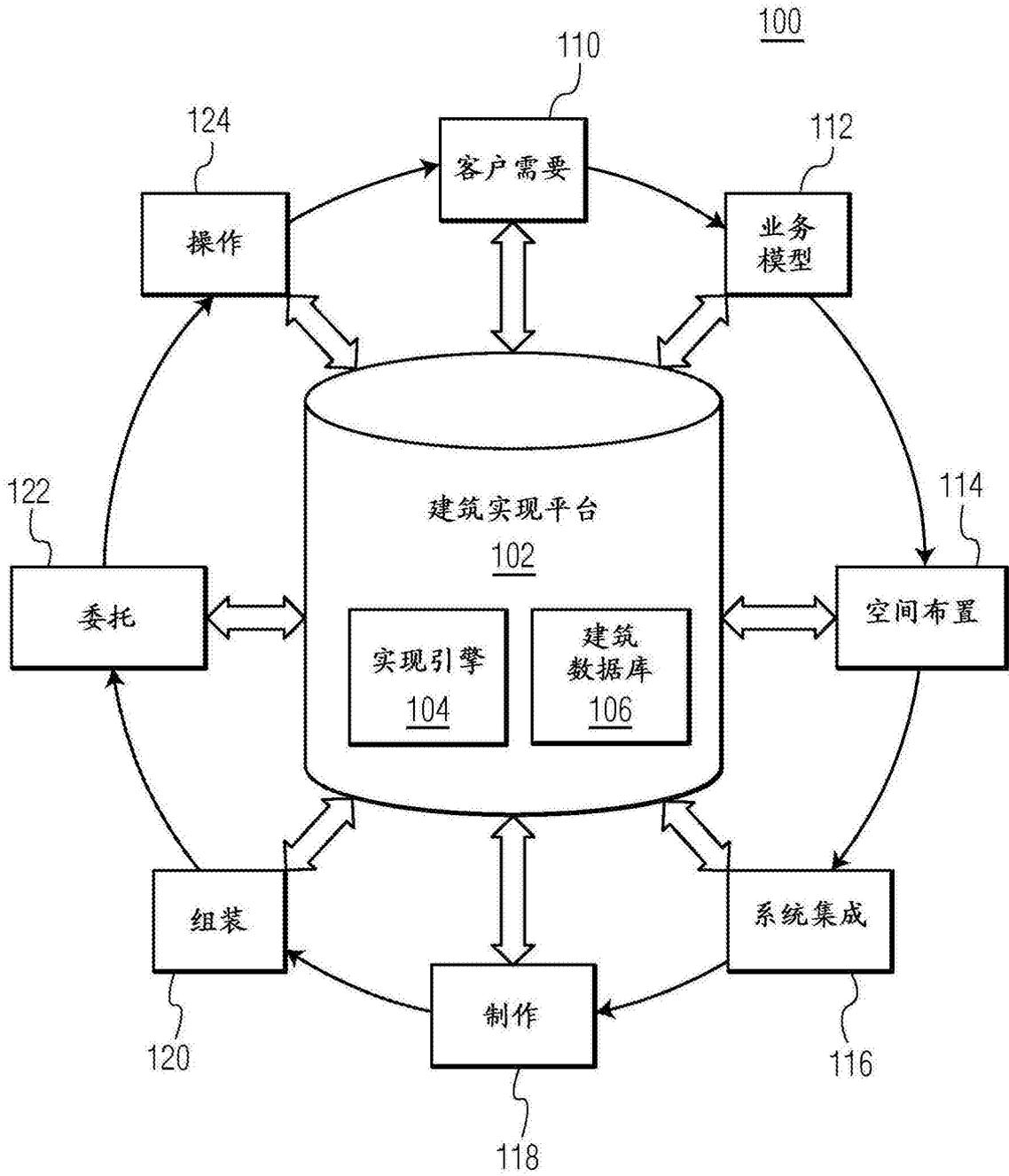


图1

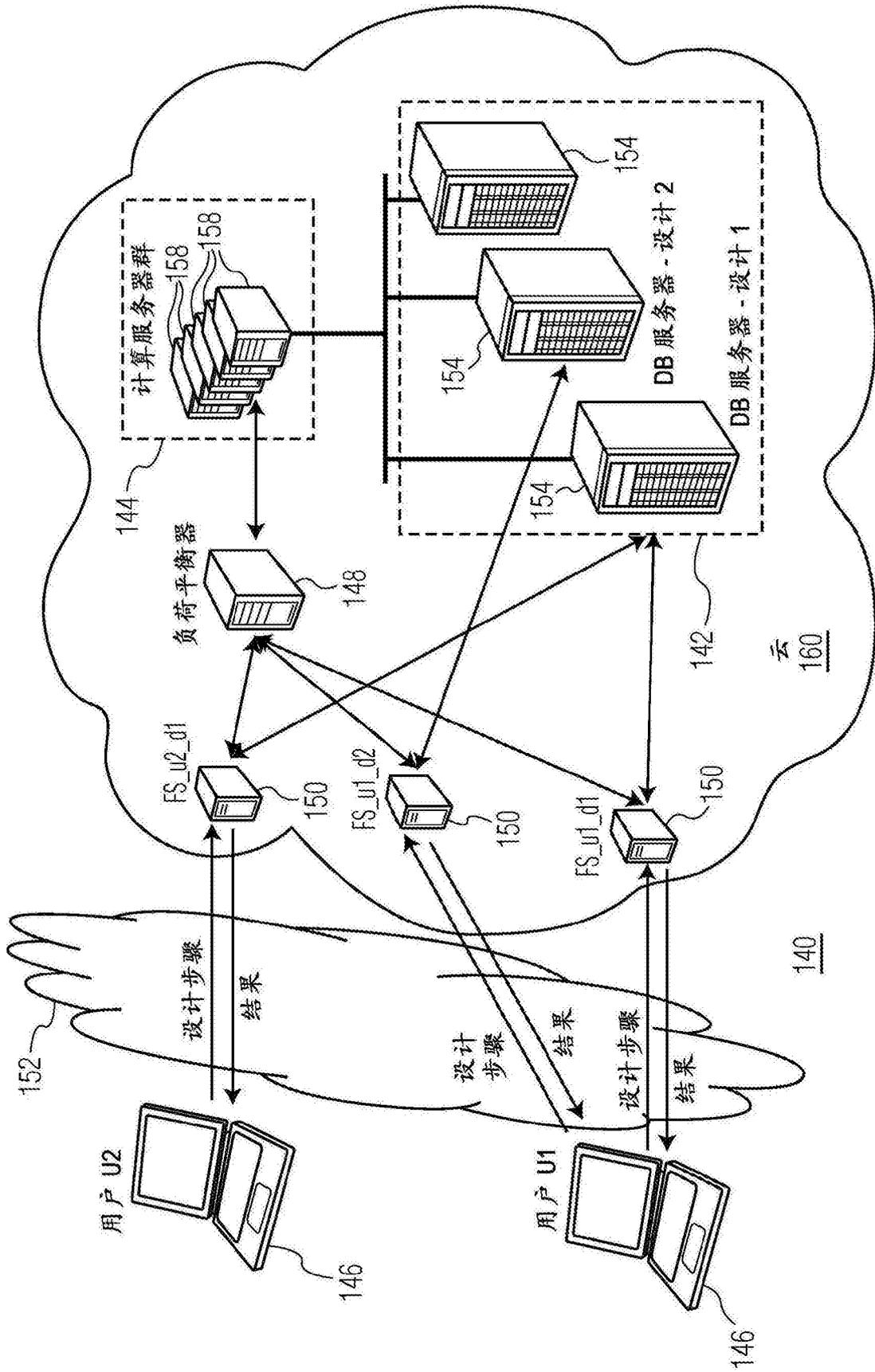


图2

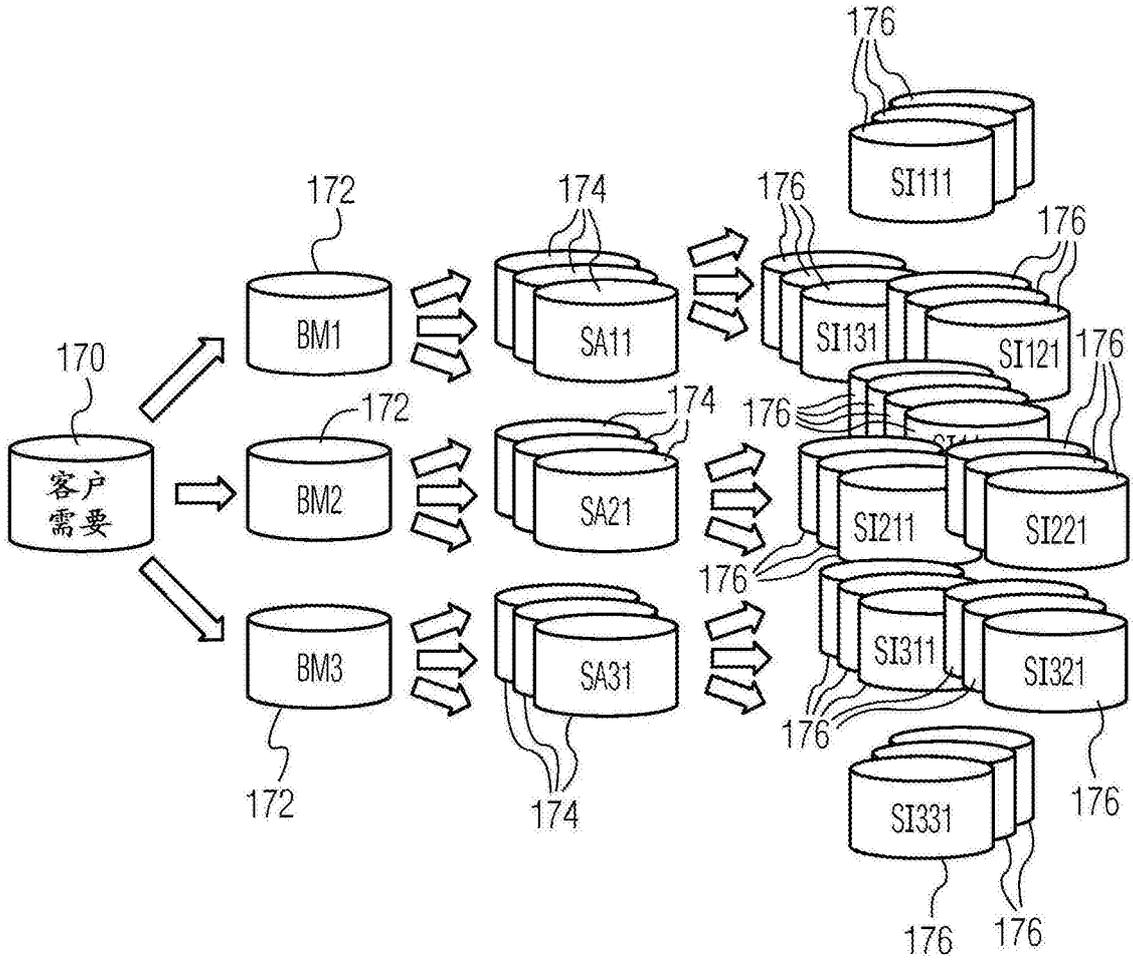
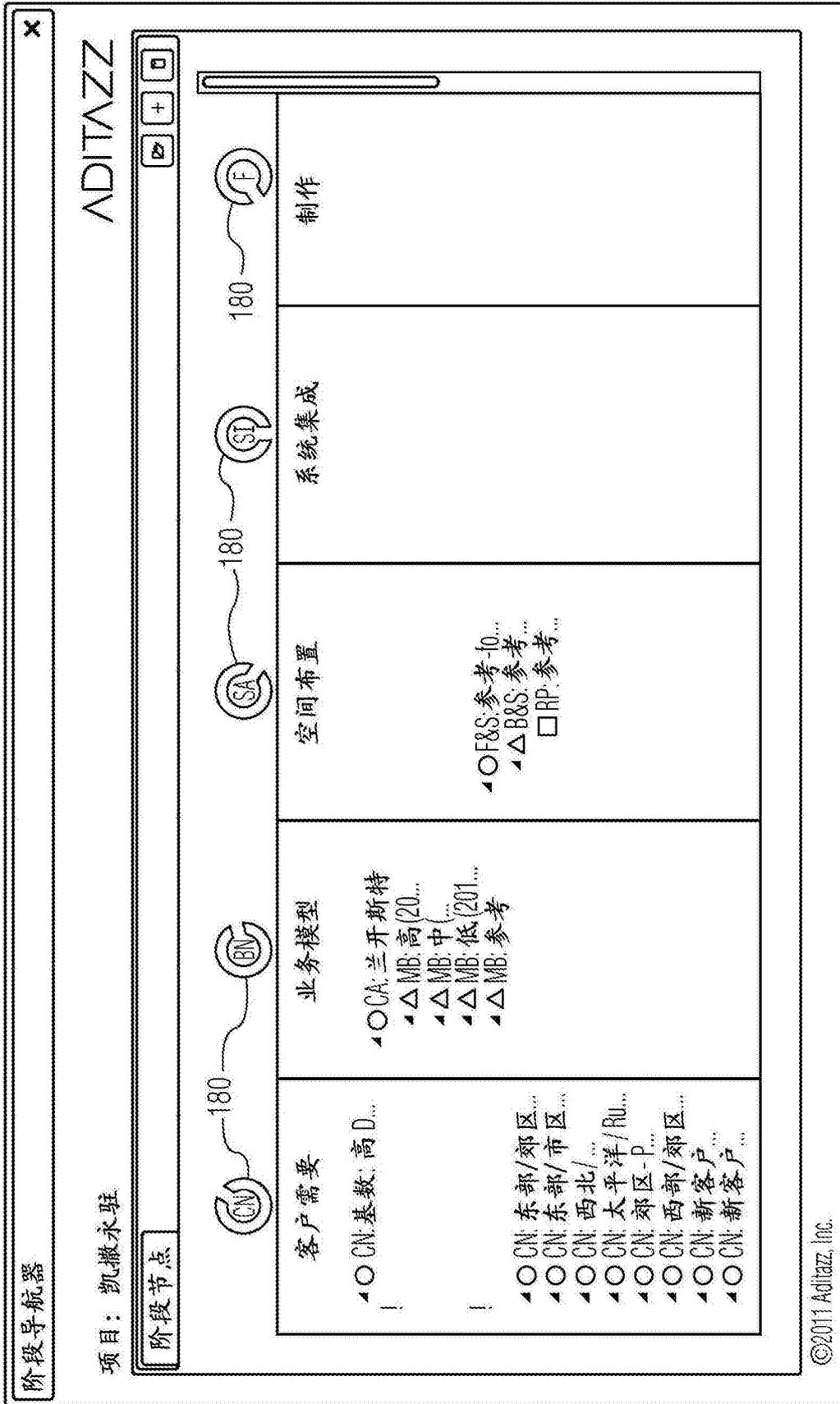


图3



©2011 Aditazz, Inc.

图4

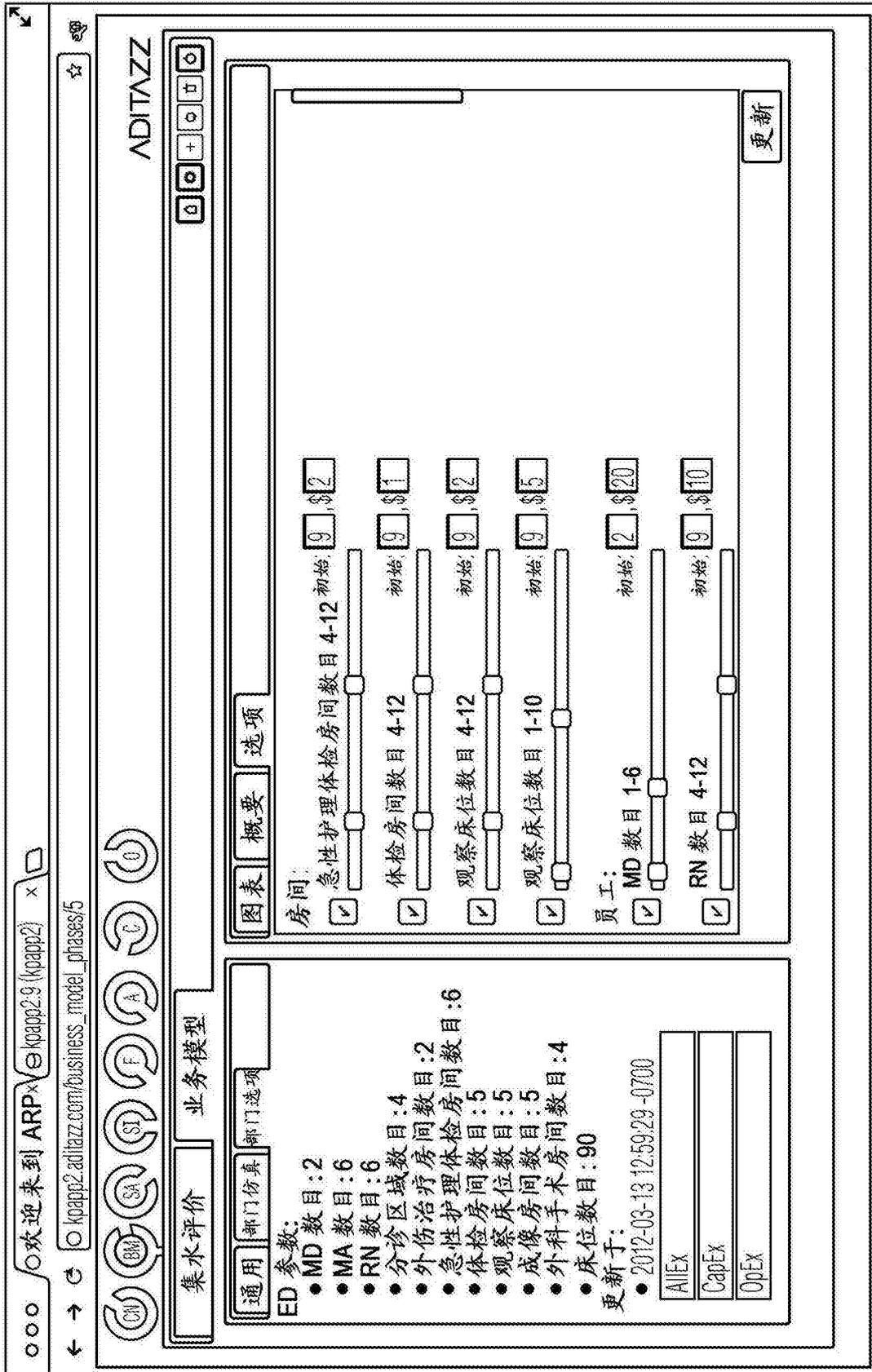


图5

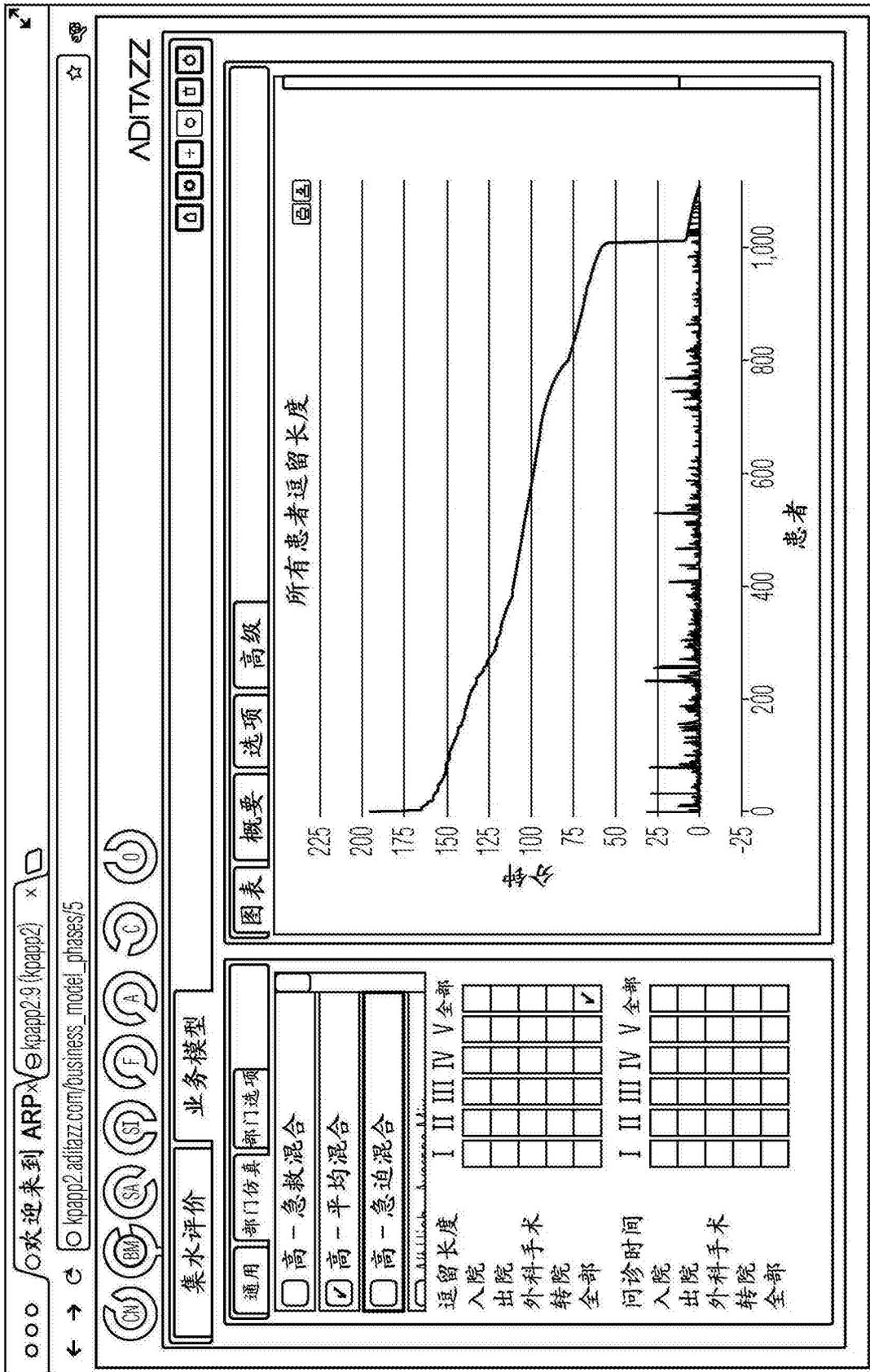


图6

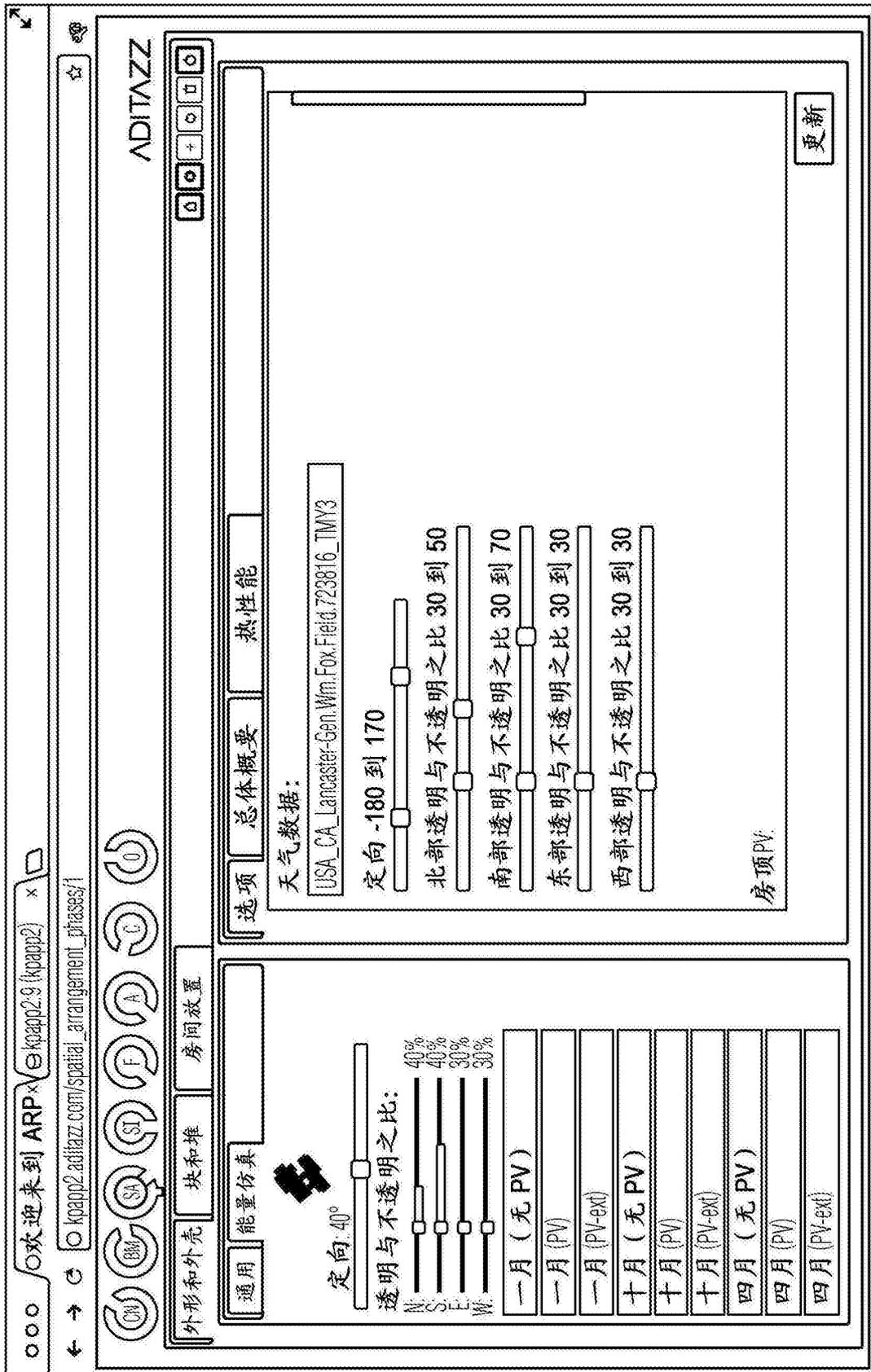


图7

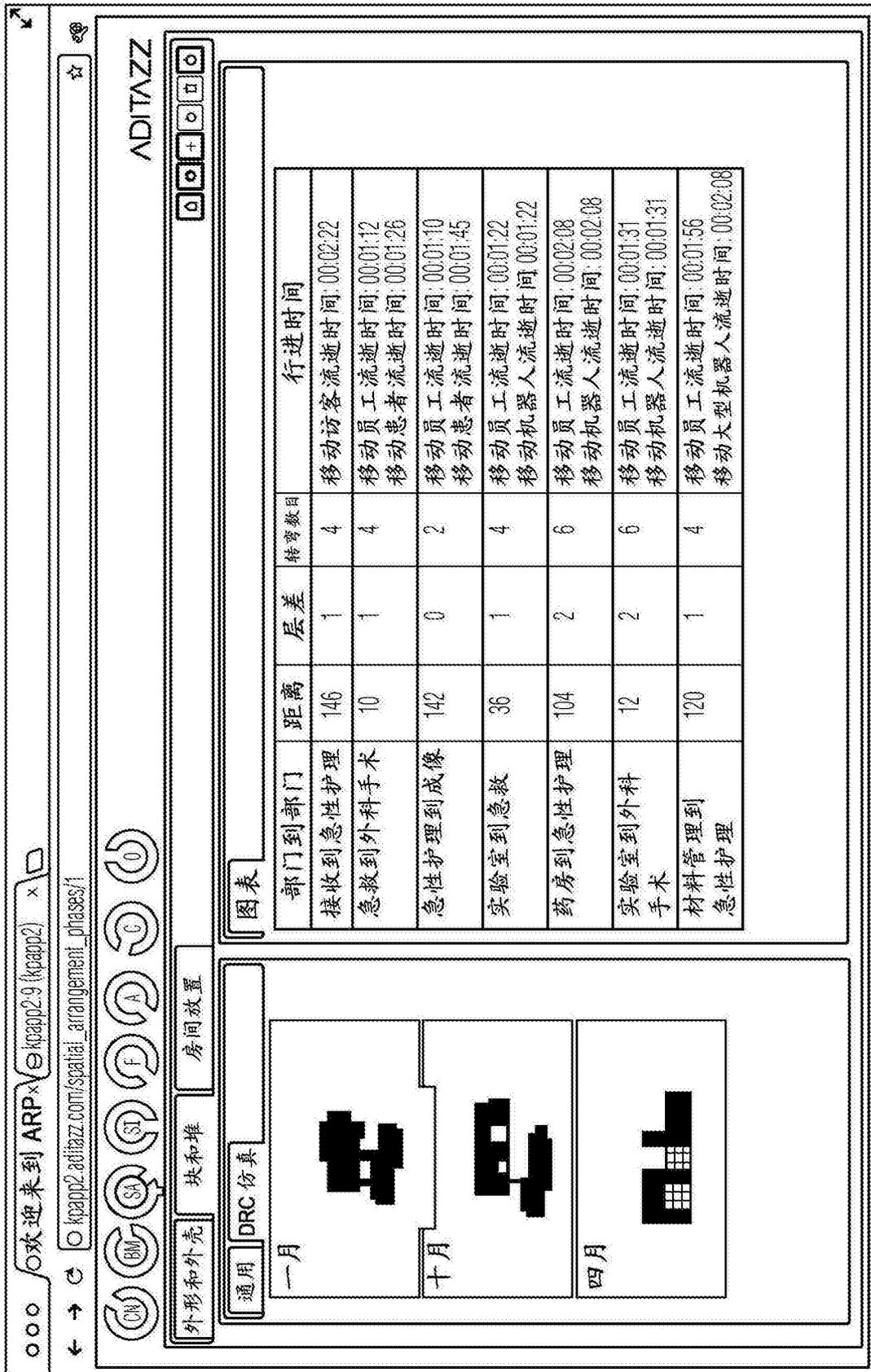


图 8

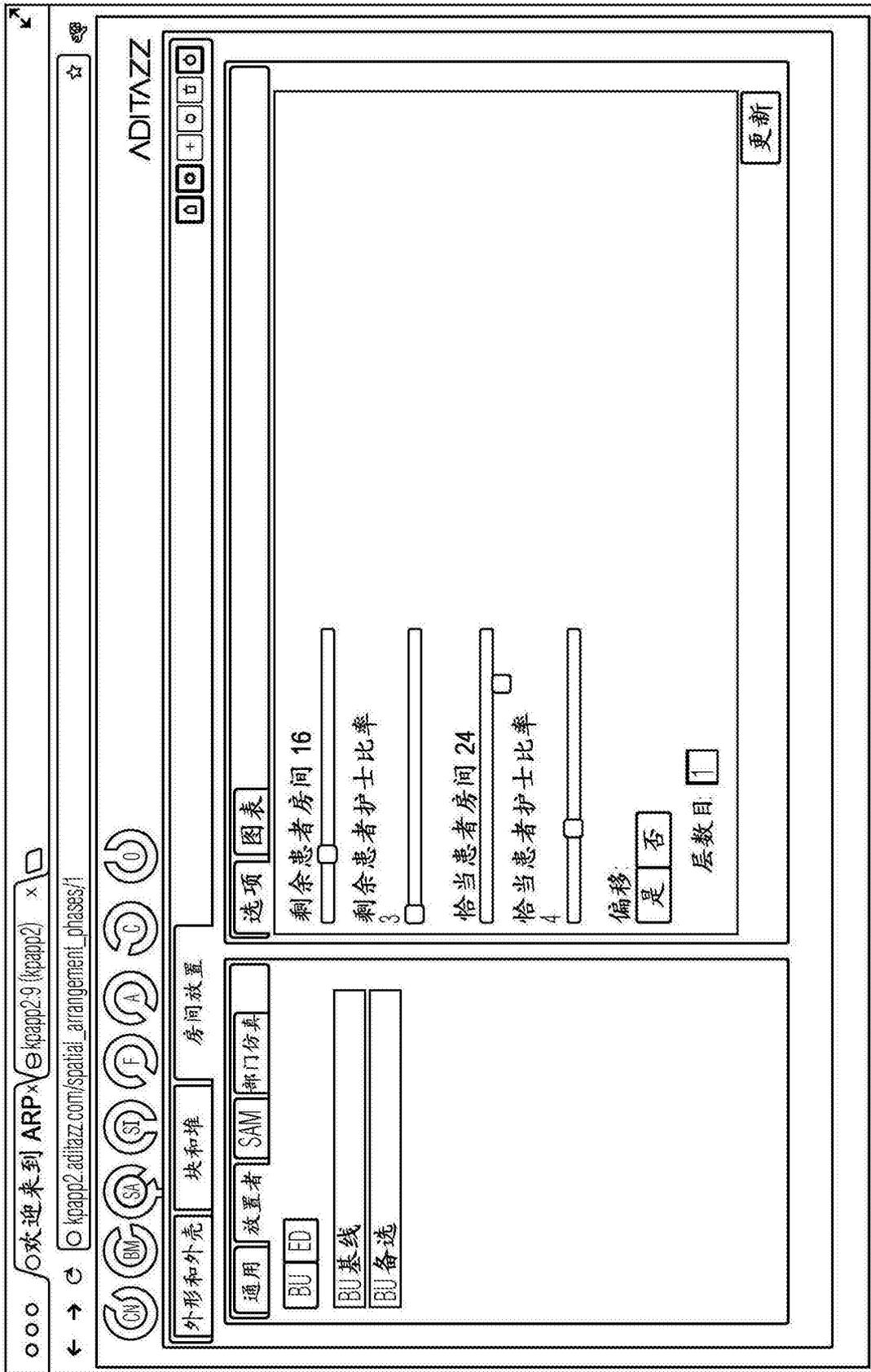


图9

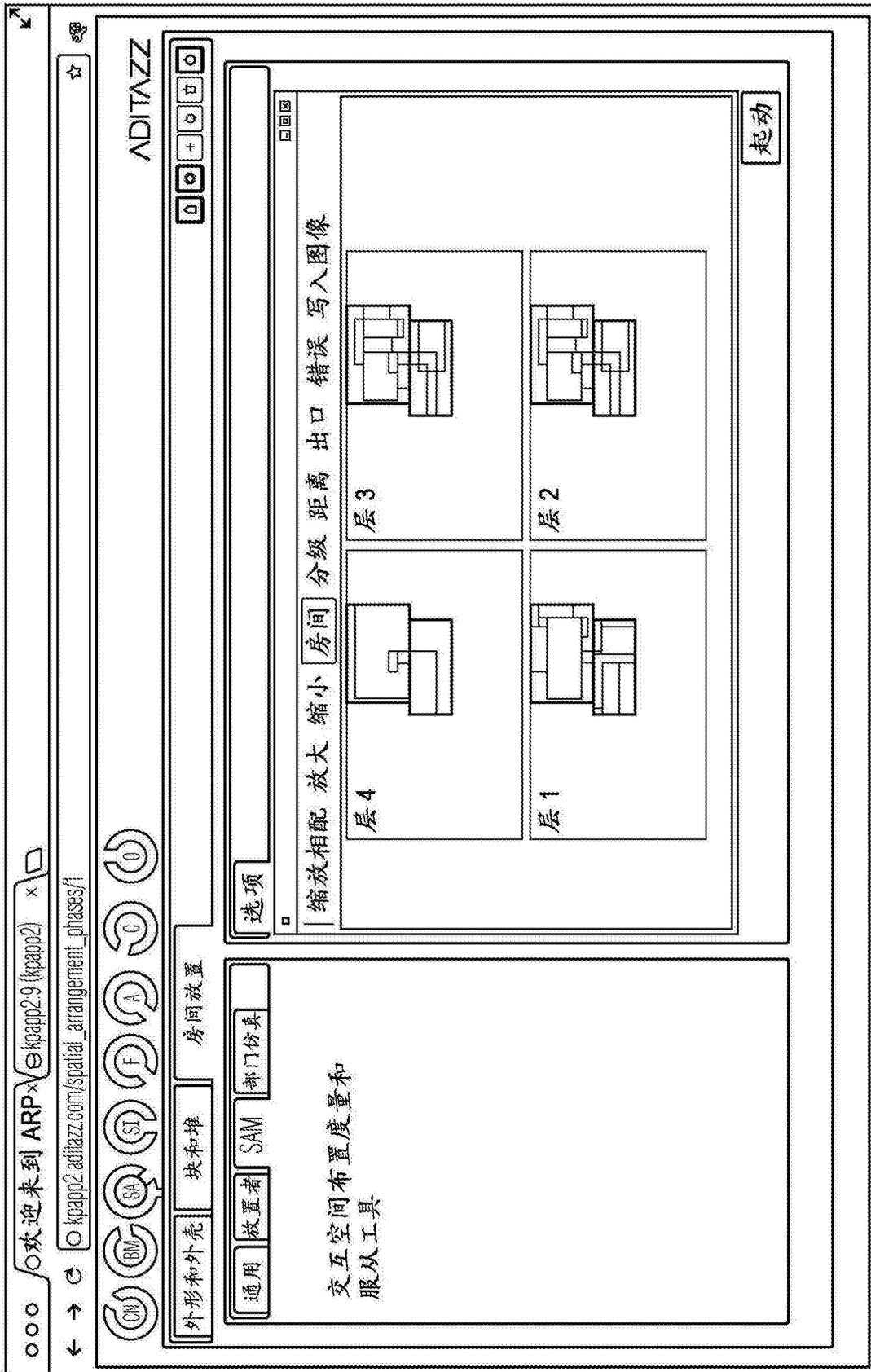


图10

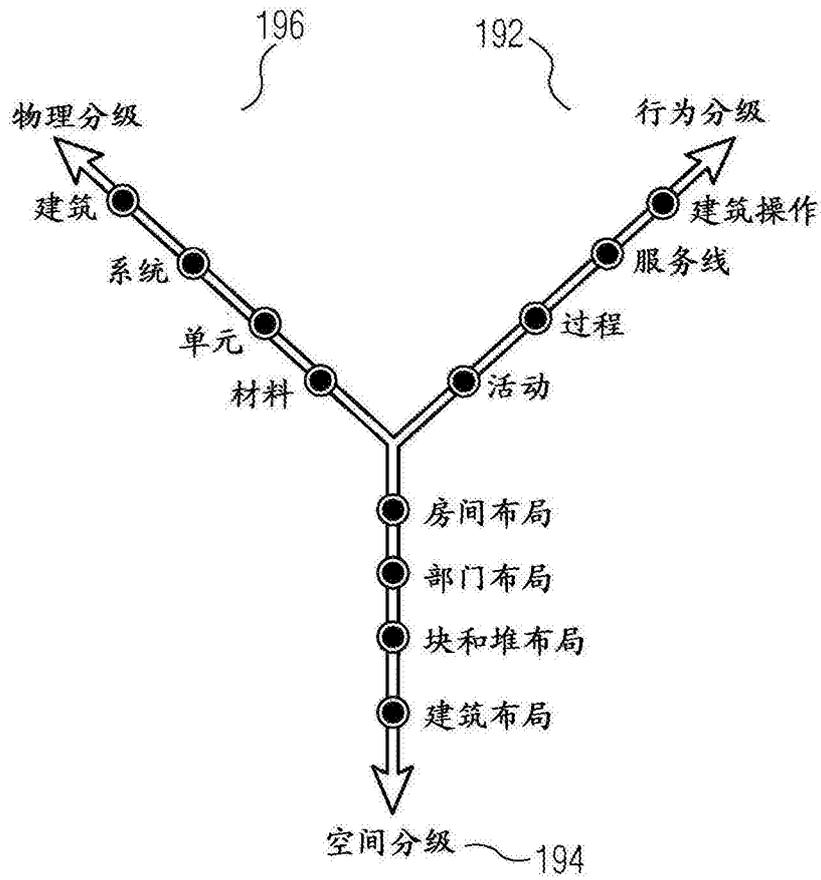


图11

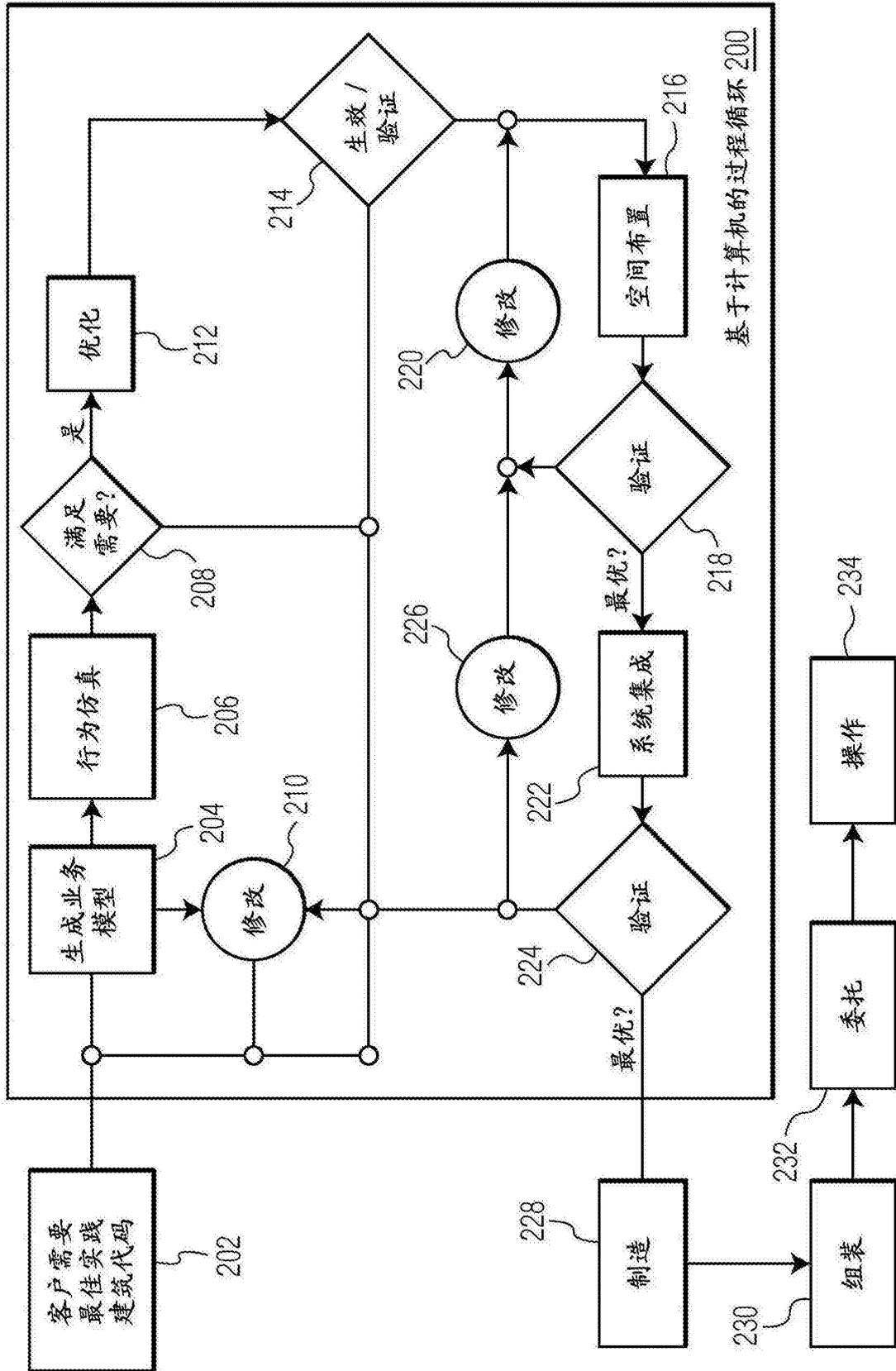


图12

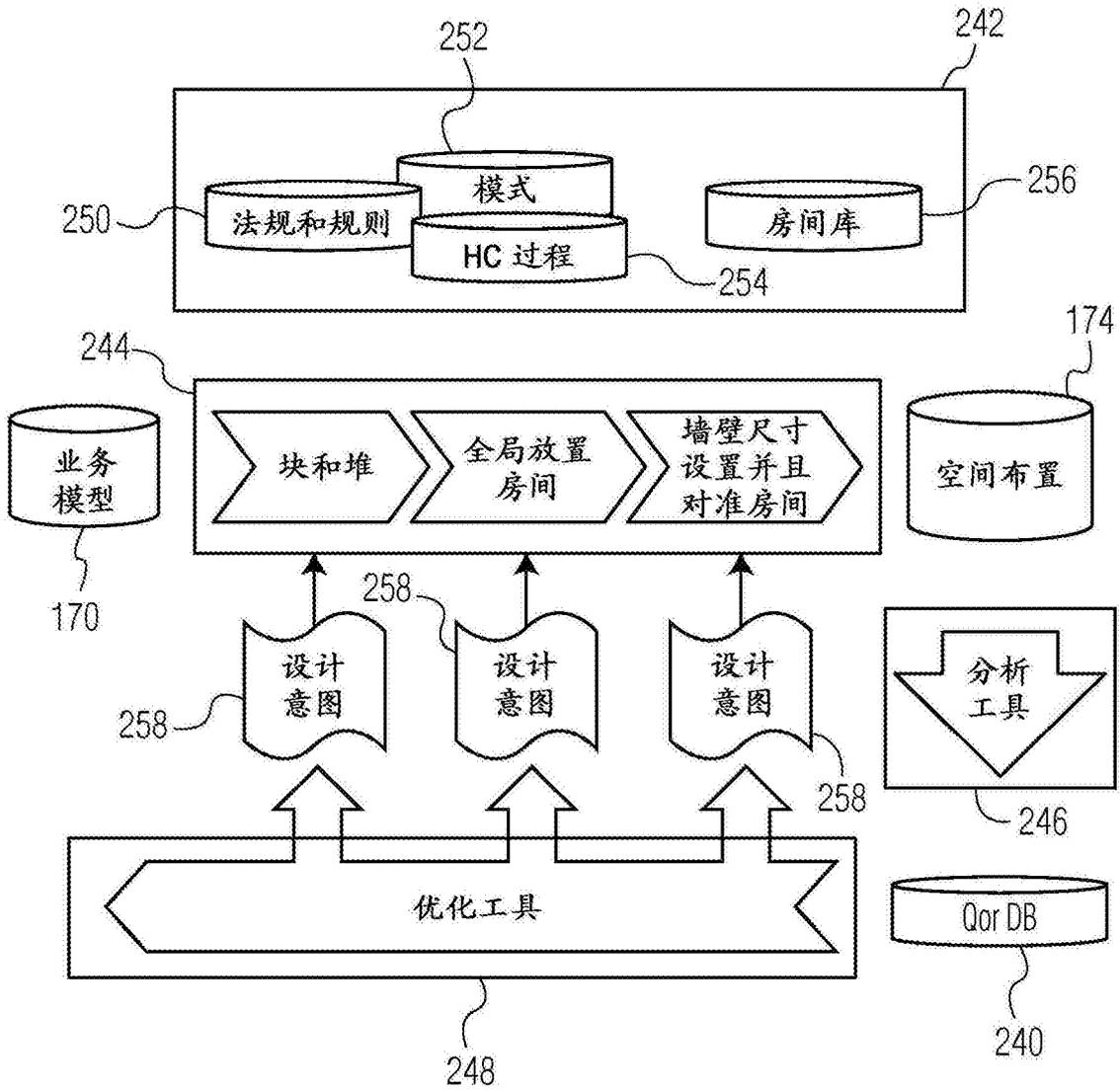


图13

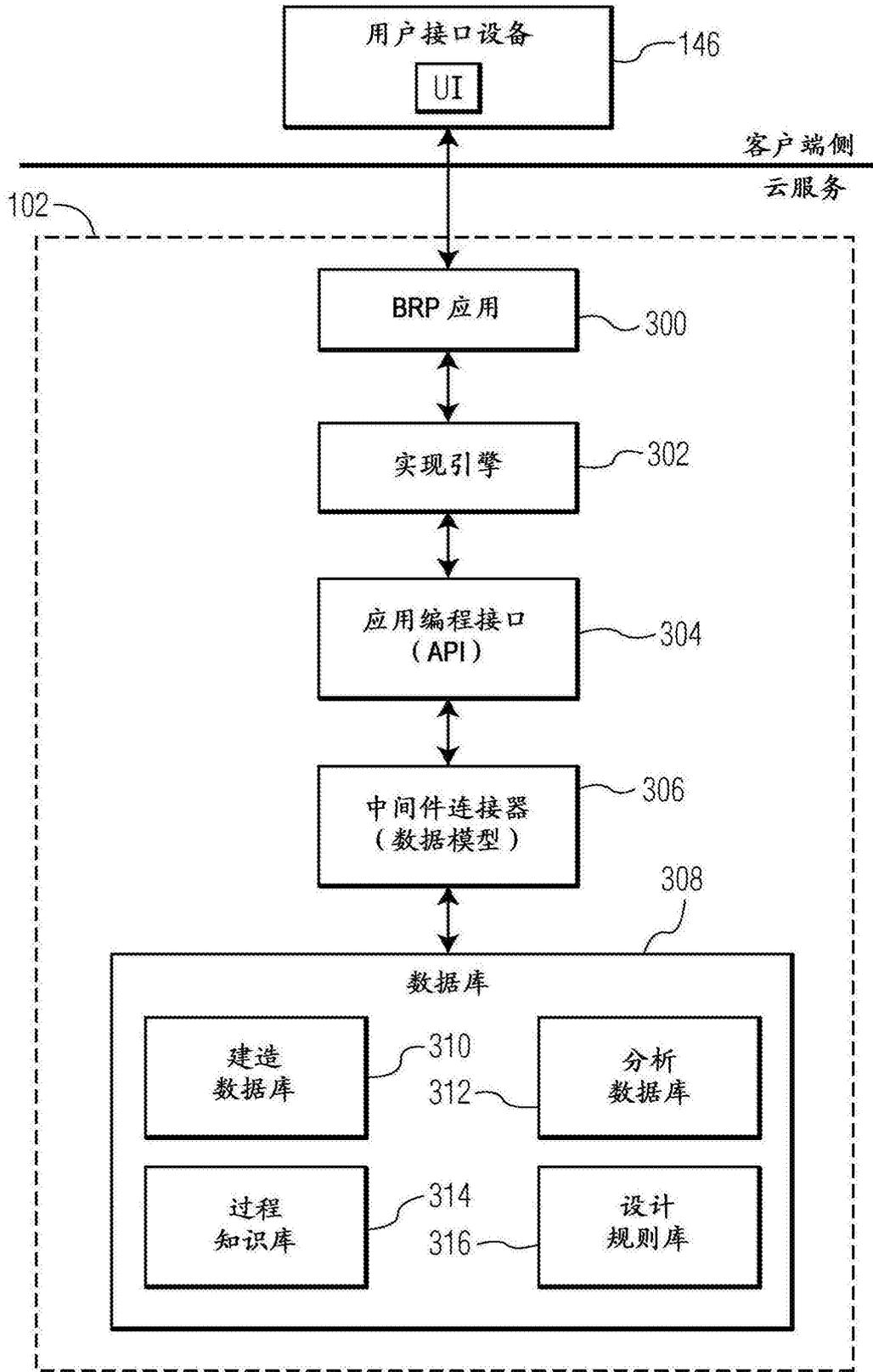


图14

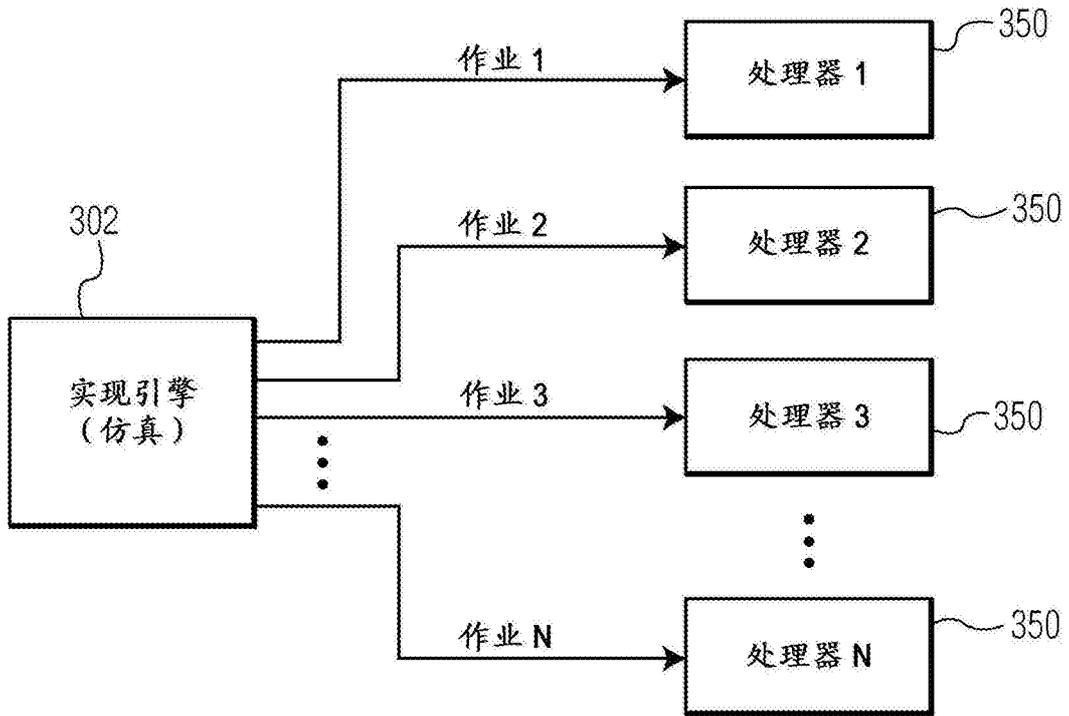


图15

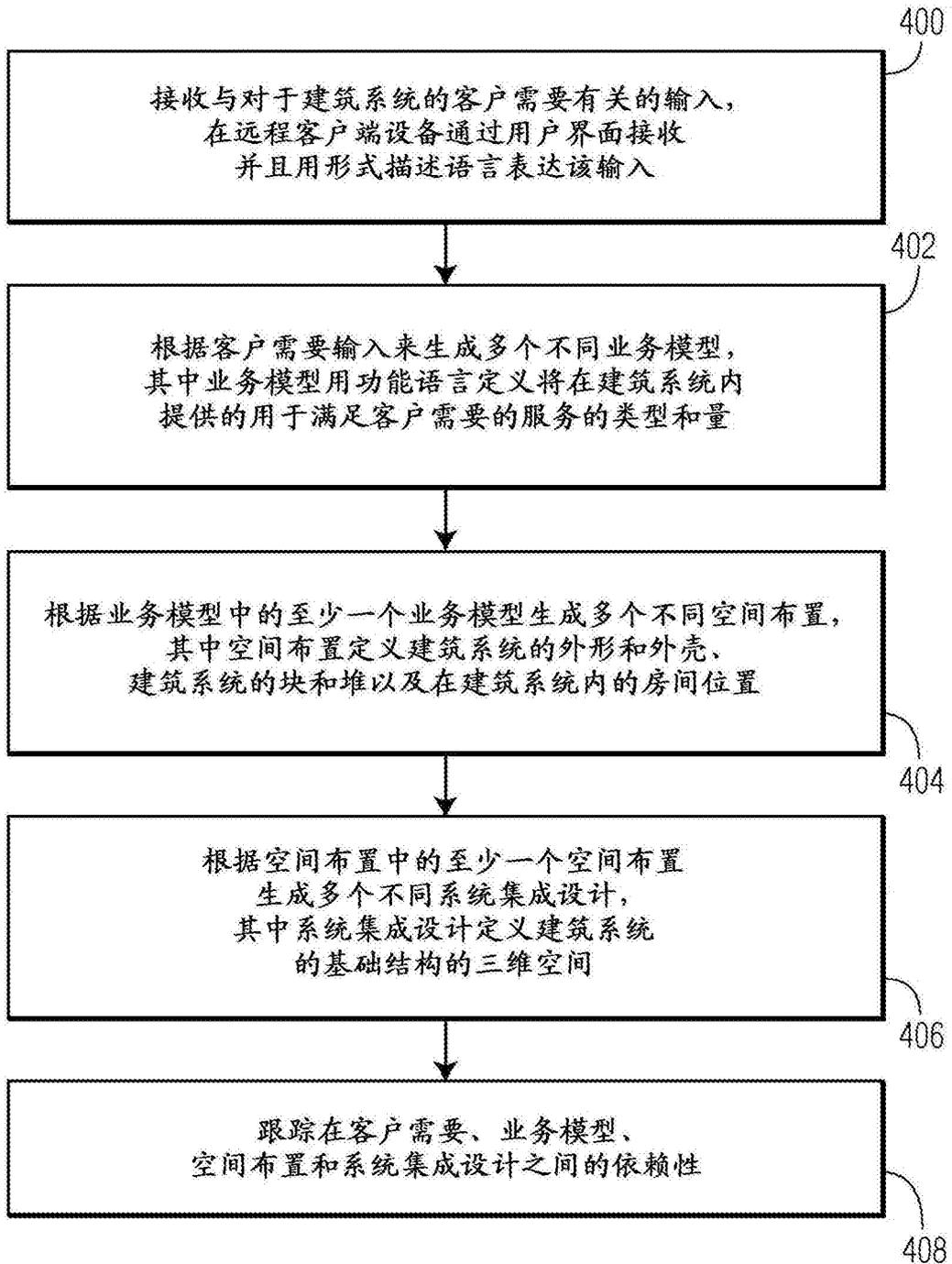


图16

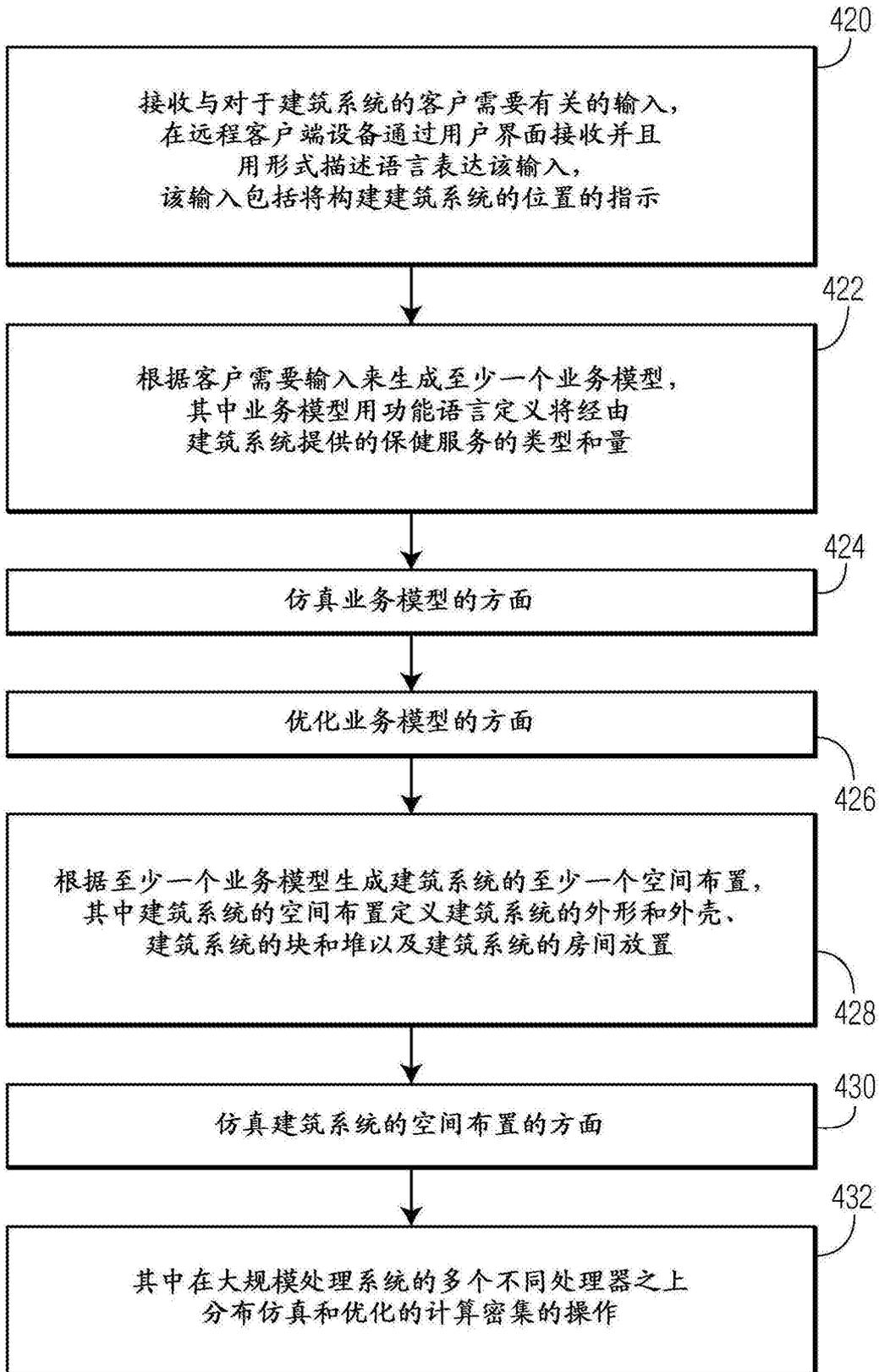


图17

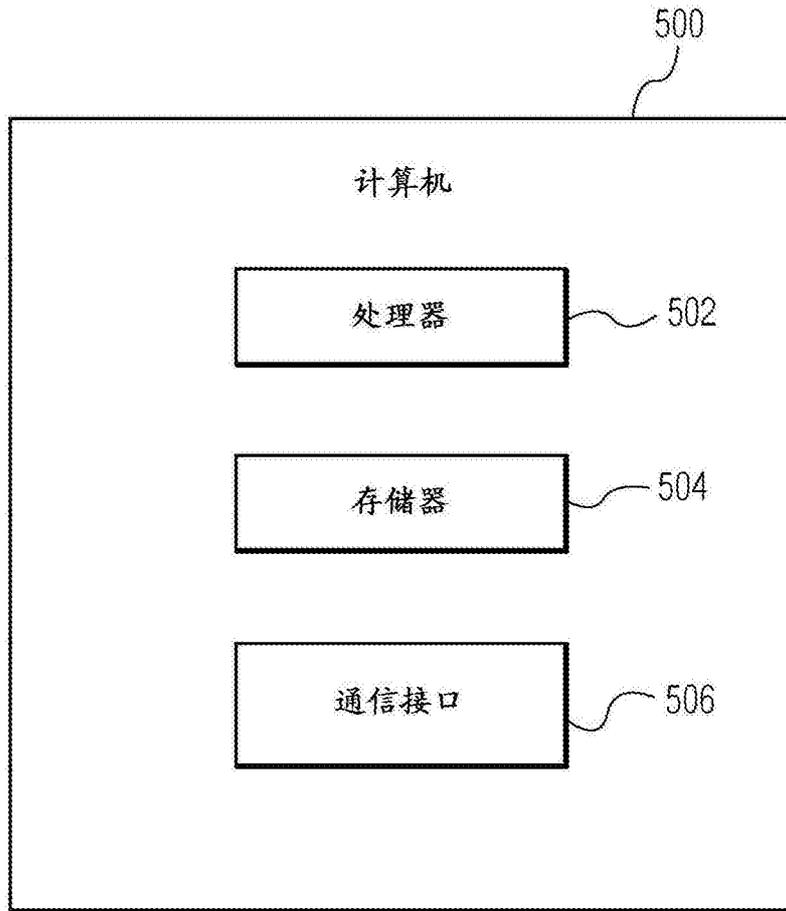


图18