(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109409626 A
(43)申请公布日 2019.03.01

(21)申请号 201810941332.8

(22)申请日 2018.08.17

(30)优先权数据
62/547183 2017.08.18 US
16/044895 2018.07.25 US

(71)申请人 通用电气公司
地址 美国纽约州

(72)发明人 M.阿尔格洛 M.T.哈林顿
A.纳尔卡吉 J.M.邓斯敦
D.德什姆克

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 徐予红 闫小龙

(51)Int.Cl.
G06Q 10/06(2012.01)
G08G 5/00(2006.01)

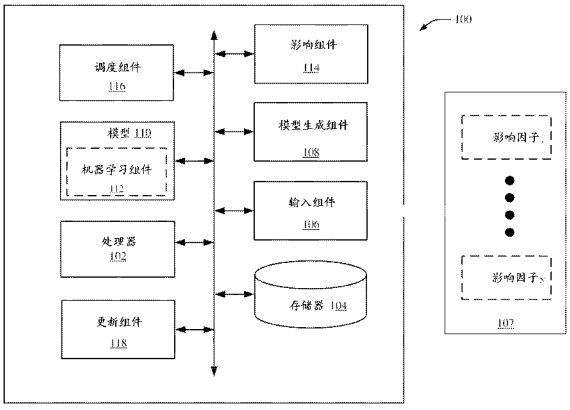
权利要求书1页 说明书17页 附图15页

(54)发明名称

用于航线操作的调度和资源分配的累积模型

(57)摘要

提供促进航线操作和计划管理的系统、计算机实现方法和/或计算机程序产品。在一个实施例中，系统利用处理器，该处理器执行存储器中存储的计算机实现组件。模型生成组件生成影响航线操作的影响因子集合的模型。输入组件接收与影响因子的子集的状态有关的数据。影响组件采用模型来确定相应影响因子的状态对航线操作的影响。调度组件根据所确定影响来修改航线操作。更新组件更新模型，以根据在航线操作已经由调度组件修改之后成为可用的所收集航线性能数据来改进模型保真度。



CN 109409626 A

1.一种促进航线操作和计划管理的系统,所述系统包括:

处理器,所述处理器执行存储器中存储的计算机实现组件;

模型生成组件,所述模型生成组件生成影响所述航线操作的影响因子集合的模型;

输入组件,所述输入组件接收与所述影响因子的子集的状态有关的数据;

影响组件,所述影响组件采用所述模型来确定相应影响因子的所述状态对所述航线操作的影响;

调度组件,所述调度组件根据所确定影响来修改所述航线操作;以及

更新组件,所述更新组件更新所述模型,以根据在所述航线操作已经由所述调度组件修改之后成为可用的所收集航线性能数据来改进模型保真度。

2.如权利要求1所述的系统,其中,所述更新组件使用人工智能或机器学习来更新所述模型,其中所述模型采用递归学习算法或者跨其它模型的学习的后向传播或者连续学习算法。

3.如权利要求1所述的系统,所述系统还包括通知组件,所述通知组件基于从所述模型所生成的与机场安检队列时间、售票台队列时间或道路交通信息中的至少一个有关的影响信息来向乘客发送通知,所述通知包括从家里到机场的路线和建议出发信息。

4.如权利要求1所述的系统,其中,所述调度组件根据所述影响因子的子集来修改航班起飞时间。

5.如权利要求1所述的系统,所述系统还包括激励组件,所述激励组件基于通过所述模型的分析和乘客的分布来执行基于效用的分析,以生成对所述乘客的子集的目标激励。

6.如权利要求1所述的系统,所述系统还包括跟踪组件,所述跟踪组件实时地跟踪乘客和影响因子,并且其中所述调度组件基于所述跟踪信息来调度飞机的登机。

7.如权利要求5所述的系统,其中,所述调度组件和激励组件进行协调,以根据通过所述模型的所述分析来向乘客调度、销售或供应餐馆服务。

8.如权利要求1所述的系统,其中,所述模型学习相应影响因子的所述影响,并且指导所述调度组件根据所述影响来修订所述航线操作。

9.如权利要求8所述的系统,还包括优化组件,所述优化组件基于所述模型来生成与所述航线操作中的潜在中断点、弱点或瓶颈有关的推断,并且指导所述调度组件来修订所述航线操作以促进优化所述航线操作。

10.如权利要求8所述的系统,其中,所述调度组件根据所述系统针对中断、弱点或瓶颈的鲁棒性进行调度。

用于航线操作的调度和资源分配的累积模型

[0001] 优先权声明

本申请要求序列号为62/547,183的美国临时申请(2017年8月18日提交,并且标题为“CUMULATIVE MODEL FOR SCHEDULING AND RESOURCE ALLOCATION FOR AIRLINE OPERATIONS”)的权益。通过引用将这个临时申请的整体结合到本文中。

技术领域

[0002] 本主题公开涉及促进与航线操作有关的影响因子的影响的预测以及更具体来说促进将人工智能或机器学习用于调度和资源分配以改进航线操作和计划管理的模型的生成的系统、计算机实现方法和/或计算机程序产品。

发明内容

[0003] 下面呈现概述,以提供对本发明的一个或多个实施例的基本理解。本概述不打算标识关键或重要元件或者描绘具体实施例的任何范围或者权利要求的任何范围。其唯一目的是采取简化形式来呈现概念,作为稍后呈现的更详细描述的前序。在本文所述的一个或多个实施例中,描述装置、系统、计算机实现方法、设备和/或计算机程序产品,其促进航线操作和计划管理。

[0004] 按照一个实施例,提供一种系统。该系统能够包括存储器,其存储计算机可执行组件。该系统还能够包括处理器,其操作地耦合到存储器,并且能够执行存储器中存储的计算机可执行组件。计算机可执行组件能够包括模型生成组件,其生成影响航线操作的影响因子集合的模型。计算机可执行组件还能够包括输入组件,其接收与影响因子的子集的状态有关的数据。计算机可执行组件还能够包括影响组件,其采用模型来确定相应影响因子的状态对航线操作的影响。计算机可执行组件还能够包括调度组件,其根据所确定影响来修改航线操作。计算机可执行组件还能够包括更新组件,其更新模型以根据所收集航线性能数据(其在航线操作已经由调度组件修改之后成为可用的)来改进模型保真度。

[0005] 按照另一个实施例,提供一种计算机实现方法。该计算机实现方法能够包括由操作地耦合到处理器的系统来生成影响航线操作的影响因子集合的模型。该计算机实现方法还能够包括由系统来接收与影响因子的子集的状态有关的数据。该计算机实现方法还能够包括由系统采用模型来确定相应影响因子的状态对航线操作的影响。该计算机实现方法还能够包括由系统根据所确定影响来修改航线操作。该计算机实现方法还能够包括由系统更新模型以根据所收集航线性能数据(其在航线操作已经由调度组件修改之后成为可用的)来改进模型保真度。

[0006] 按照另一个实施例,提供一种计算机程序产品。该计算机程序产品能够包括计算机可读存储介质,具有随其包含的程序指令。程序指令能够是由处理器可执行的,以便使该处理器生成影响航线操作的影响因子集合的模型。程序指令还能够是由处理器可执行的,以便使该处理器接收与影响因子的子集的状态有关的数据。程序指令还能够是由处理器可执行的,以便使该处理器采用模型来确定相应影响因子的状态对航线操作的影响。程序指

令还能够是由处理器可执行的，以便使该处理器根据所确定影响来修改航线操作。程序指令还能够是由处理器可执行的，以便使该处理器更新模型以根据所收集航线性能数据(其在航线操作已经由调度组件修改之后成为可用是)来改进模型保真度。

[0007] 本发明还公开了一组技术方案，如下：

技术方案1．一种促进航线操作和计划管理的系统，所述系统包括：

处理器，所述处理器执行存储器中存储的计算机实现组件；

模型生成组件，所述模型生成组件生成影响所述航线操作的影响因子集合的模型；

输入组件，所述输入组件接收与所述影响因子的子集的状态有关的数据；

影响组件，所述影响组件采用所述模型来确定相应影响因子的所述状态对所述航线操作的影响；

调度组件，所述调度组件根据所确定影响来修改所述航线操作；以及

更新组件，所述更新组件更新所述模型，以根据在所述航线操作已经由所述调度组件修改之后成为可用的所收集航线性能数据来改进模型保真度。

[0008] 技术方案2．如技术方案1所述的系统，其中，所述更新组件使用人工智能或机器学习来更新所述模型，其中所述模型采用递归学习算法或者跨其它模型的学习的后向传播或者连续学习算法。

[0009] 技术方案3．如技术方案1所述的系统，所述系统还包括通知组件，所述通知组件基于从所述模型所生成的与机场安检队列时间、售票台队列时间或道路交通信息中的至少一个有关的影响信息来向乘客发送通知，所述通知包括从家里到机场的路线和建议出发信息。

[0010] 技术方案4．如技术方案1所述的系统，其中，所述调度组件根据所述影响因子的子集来修改航班起飞时间。

[0011] 技术方案5．如技术方案1所述的系统，所述系统还包括激励组件，所述激励组件基于通过所述模型的分析和乘客的分布来执行基于效用的分析，以生成对所述乘客的子集的目标激励。

[0012] 技术方案6．如技术方案1所述的系统，所述系统还包括跟踪组件，所述跟踪组件实时地跟踪乘客和影响因子，并且其中所述调度组件基于所述跟踪信息来调度飞机的登机。

[0013] 技术方案7．如技术方案5所述的系统，其中，所述调度组件和激励组件进行协调，以根据通过所述模型的所述分析来向乘客调度、销售或供应餐馆服务。

[0014] 技术方案8．如技术方案1所述的系统，其中，所述模型学习相应影响因子的所述影响，并且指导所述调度组件根据所述影响来修订所述航线操作。

[0015] 技术方案9．如技术方案8所述的系统，还包括优化组件，所述优化组件基于所述模型来生成与所述航线操作中的潜在中断点、弱点或瓶颈有关的推断，并且指导所述调度组件来修订所述航线操作以促进优化所述航线操作。

[0016] 技术方案10．如技术方案8所述的系统，其中，所述调度组件根据所述系统针对中断、弱点或瓶颈的鲁棒性进行调度。

[0017] 技术方案11．如技术方案1所述的系统，其中，所述调度组件使用人工智能、机器学习或连续反馈来解决相应影响因子的所述状态对所述航线操作的所确定影响之间的冲

突、不一致或矛盾。

[0018] 技术方案12．一种促进航线操作和计划管理的计算机实现方法，所述计算机实现方法包括：

由操作地耦合到处理器的系统来生成影响所述航线操作的影响因子集合的模型；

由所述系统接收与所述影响因子的子集的状态有关的数据；

由所述系统采用所述模型来确定相应影响因子的所述状态对所述航线操作的影响；

由所述系统根据所确定影响来修改所述航线操作；以及

由所述系统更新所述模型，以根据在所述航线操作已经由所述调度组件修改之后成为可用的所收集航线性能数据来改进模型保真度。

[0019] 技术方案13．如技术方案12所述的计算机实现方法，所述计算机实现方法还包括使用人工智能或机器学习来更新所述模型，并且采用递归学习算法或者跨其它模型的学习的后向传播或者连续学习算法。

[0020] 技术方案14．如技术方案12所述的计算机实现方法，所述计算机实现方法还包括基于从所述模型所生成的与机场安检队列时间、售票台队列时间或道路交通信息中的至少一个有关的影响信息来向乘客发送通知，所述通知包括从家里到机场的路线和建议出发信息。

[0021] 技术方案15．如技术方案12所述的计算机实现方法，所述计算机实现方法还包括根据所述影响因子的子集来修改航班起飞时间。

[0022] 技术方案16．如技术方案12所述的计算机实现方法，所述计算机实现方法还包括基于通过所述模型的分析和乘客的分布来执行基于效用的分析，以生成对所述乘客的子集的目标激励。

[0023] 技术方案17．如技术方案12所述的计算机实现方法，所述计算机实现方法还包括实时地跟踪乘客和影响因子，并且其中所述调度组件基于所述跟踪信息来调度飞机的登机。

[0024] 技术方案18．如技术方案12所述的计算机实现方法，所述计算机实现方法还包括学习相应影响因子的所述影响，并且指导根据所述影响的所述航线操作的修订。

[0025] 技术方案19．如技术方案18所述的计算机实现方法，所述计算机实现方法还包括基于所述模型来生成与所述航线操作中的潜在中断点、弱点或瓶颈有关的推断，并且指导所述航线操作的修订以促进优化所述航线操作。

[0026] 技术方案20．一种用于促进航线操作和计划管理的计算机程序产品，所述计算机程序产品包括其中包含有程序指令的计算机可读存储介质，所述程序指令是由处理器可执行的，以使所述处理器：

生成影响所述航线操作的影响因子集合的模型；

接收与所述影响因子的子集的状态有关的数据；

采用所述模型来确定相应影响因子的所述状态对所述航线操作的影响；

根据所确定影响来修改所述航线操作；以及

更新所述模型，以根据在所述航线操作已经由所述调度组件修改之后成为可用的所收集航线性能数据来改进模型保真度。

附图说明

[0027] 图1示出按照本文所述的一个或多个实施例、促进航线操作和计划管理的示例非限制性系统的框图。

[0028] 图2示出按照本文所述的一个或多个实施例、促进航线操作和计划管理、包括通知组件的示例非限制性系统的框图。

[0029] 图3示出按照本文所述的一个或多个实施例、促进航线操作和计划管理、包括激励组件的示例非限制性系统的框图。

[0030] 图4示出按照本文所述的一个或多个实施例、促进航线操作和计划管理、包括跟踪组件的示例非限制性系统的框图。

[0031] 图5示出按照本文所述的一个或多个实施例、促进航线操作和计划管理、包括优化组件的示例非限制性系统的框图。

[0032] 图6示出按照本文所述的一个或多个实施例、促进航线操作和计划管理、包括化身组件的示例非限制性系统的框图。

[0033] 图7示出按照本文所述的一个或多个实施例、促进航线操作和计划管理的示例非限制性计算机实现方法。

[0034] 图8示出按照本文所述的一个或多个实施例的创新方面的统一操作的示例非限制性高级图示。

[0035] 图9示出按照本文所述的一个或多个实施例的创新方面的统一操作的示例非限制性高级图示的更大粒度视图，其中示出各种影响因子(例如需求预测、机群调度、路线调度、维护(Mx)计划、人员指派、资产指派、操作、人员、登机口、维护、乘客、资产等)。

[0036] 图10示出按照本文所述的一个或多个实施例、表示航线操作的示例动态优化的示例非限制性流程图。

[0037] 图11示出按照本文所述的一个或多个实施例、按照本发明的一方面系统能够从所调度对实际飞行性能数据进行学习以优化网络计划并且使风险最小化的示例非限制性计划流水线。

[0038] 图12示出按照本文所述的一个或多个实施例、表示利用连续学习和操作反馈(其能够由系统来实现)的航线操作的示例动态优化的示例非限制性流程图。

[0039] 图13示出按照本文所述的一个或多个实施例、促进航线操作和计划管理的示例非限制性计算机实现方法。

[0040] 图14示出按照本文所公开的各个方面、按照本说明书的计算环境的示例非限制性示意框图。

[0041] 图15示出可操作以执行本文所述的各个实现的计算机的示例非限制性框图。

具体实施方式

[0042] 以下详细描述只是说明性的，而不打算限制实施例和/或实施例的应用和使用。此外，并不存在通过前面的背景或概述部分或者详细描述部分中呈现的任何表达或暗示的信息来进行限制的意图。

[0043] 现在参照附图来描述一个或多个实施例，其中相似附图标记通篇用来指相似元件。为了说明的目的，以下描述中阐明大量具体细节，以便提供对一个或多个实施例的更透

彻理解。但是，在各种情况下显而易见，在没有这些具体细节的情况下也能够实施一个或多个实施例。

[0044] 本文所述的一个或多个实施例涉及构建航线的实际计划、调度和操作日系统。本文所述的系统、计算机实现方法和/或计算机程序产品能够建立于采用反馈、学习、人工智能、机器学习、监督逻辑和优化来扩大事务系统。本文所述的技术和工具能够对航线操作计划提供整体途径，并且考虑具有不同时间范围的航线操作的多个方面(例如飞机、机架(stand)、登机口、机场戒严、航班甲板人员、乘务组、乘客旅行计划、收益、成本、天气影响、以往性能等)。初始航线操作计划能够具有数年的时间范围，而操作日计划能够具有数小时的时间范围。整体途径能够提供公共接口和框架；允许技术演进、插入和整合，以采用一致方式来生成最佳潜在航线操作计划；并且避免具有潜在竞争、冲突目标的当前分离(disjointed)工具。航线操作和计划管理的各个方面能够包括合成与模拟和分析能力关联的计划以确定计划的可能结果的能力。另外特征能够包括通过自动化学习机制(例如机器学习和人工智能)来改进性能、、分析、模拟元件和合成的精度的能力。

[0045] 常规航线操作系统一般采用线性方式工作，从而缺乏反馈、学习和优化。所建议的解决方案已经采用完全集成方式基于大规模优化来提出，但是这些建议由于计算考虑的原因而已经证明并且继续证明是不实用的。本文所述的一个或多个实施例能够利用分析、机器学习、人工智能、反馈和监督优化来创建实际途径，以创建航线的整体调度、计划和操作日系统。此外，本文的实施例能够涵盖大规模反馈。例如，本文的实施例能够从现实操作条件来预测经过预先计划情形的发展的可能的操作日问题的那些情形。

[0046] 本文所述的实施例能够克服相关部分中的航线操作的问题，并且采用人工智能/机器学习(AI/ML)来构建首要监控系统。反馈能够用来提供能够实现的实际解决方案，而不是在计算上不现实的常规建议的单个大爆炸解算器。在操作方面，通过使用连续学习、反馈和AI/ML，解决方案能够创建真正整体、最佳和鲁棒的调度、计划和操作。另外，通过在标准整体应用编程接口(API)后面以这样方式工作，系统的内部工作能够随着技术演进而演进，以在不将变化强加于航线中的系统的其余部分的情况下允许更集成的优化。本文的实施例能够产生更好的计划、增加的收益、更高的利用、对操作日的更快反应、更低成本、更少收益损失以及对信息技术(IT)的更少搅动。实现能够采用使用如可适用于操作日的计划阶段的历史数据的统计模型。在另一个实现中，调度能够设计成使能从弱点的恢复，例如路径中的烘干(baking)以解决潜在问题。在又一个实现中，能够在本地级、网络级、基于云的级及其混合来采用数据和模型。相应地，数据能够跨垂直(vertical)的集合(例如航线操作、影响因子等的方面)来学习，并且高鲁棒模型能够以整体方式使用数据来构建和细化。为此，统一应用编程接口(API)能够用来实现数据和所生成模型的跨平台利用。此外，冗余度、意外事故和缓解因素能够构建到模型和对应调度中，以促进优化航线操作和资源利用。实现能够基于收益、余量等提供优化。又一个实现能够提供服务、资产和资源的动态分派和供应。

图1示出按照本文所述的一个或多个实施例、促进航线操作和计划管理的示例非限制性系统100的框图。本公开所解释的系统(例如系统100等)、设备或过程的方面能够组成一个或多个机器内包含的一个或多个机器可执行组件(例如包含在与一个或多个机器关联的一个或多个计算机可读介质(或媒体)中)。这类组件在由一个或多个机器(例如计算机、计算装置、虚拟机等)执行时能够使机器执行所述的操作。

[0047] 在各个实施例中，系统100能够是包括处理器的任何适当类型的组件、机器、装置、设施、设备和/或仪器。在一些实施例中，系统100能够采用有线和/或无线网络进行有效和/或操作通信。能够包括系统100的组件、机器、设备、装置、设施和/或仪器能够包括但不限于平板计算装置、手持装置、服务器类计算机器和/或数据库、膝上型计算机、笔记本计算机、桌上型计算机、蜂窝电话、智能电话、消费者器具和/或仪表、工业和/或商业装置、数字助理、多媒体因特网使能电话、多媒体播放器等。

[0048] 如图1所示，系统100能够包括处理器102、存储器104、输入组件106、模型生成组件108、模型110、机器学习组件112、影响组件114、调度组件116和/或更新组件118。处理器102能够执行存储器104中存储的计算机可执行组件。要意识到，在一些实施例中，一个或多个系统组件能够经过直接有线连接或者集成在芯片集上来与其它组件无线通信。

[0049] 在系统100的本文所述一个或多个实施例中，预测分析能够用来自动生成由系统100所使用的一个或多个模型，以促进确定相应影响因子的状态对航线操作的影响。例如，影响因子的影响的确定能够基于知识库中保持的信息。如本文所使用的，术语“知识库”能够是数据库或其它存储位置或资料库，其能够存储一个或多个类型的信息。设想全部这类实施例。

[0050] 知识库能够包括与一个或多个影响因子相关的信息。在一些实施例中，与一个或多个影响因子相关的信息能够随时间而采集并且保持在知识库中。基于所得信息，系统100能够评估知识库(或者多个知识库)，并且生成一个或多个模式，和/或能够将与影响因子有关的已知信息映射到与其它影响因子有关的已知信息。系统100的预测分析能够确定，如果影响因子的信息与一个或多个其它影响因子相似，则相似影响因子的影响因子能够用来促进确定相应影响因子的状态对航线操作的影响。

[0051] 本文所述的计算机处理系统、计算机实现方法、设备和/或计算机程序产品能够采用硬件和/或软件来生成模型，其本质上是高度技术而不是抽象的，并且不能作为人类的心理动作集合来执行。例如，一个或多个实施例能够对大量可用信息执行冗长并复杂解释和分析以生成模型，并且确定来自一个或多个模型中的哪些模型应当用于影响因子。在另一个示例中，一个或多个实施例能够对大量数据执行预测分析，以促进甚至在没有与影响因子有关的详细知识的情况下也以高级精度来确定影响因子的影响。能够通过将训练集合与测试集合进行比较来评估精度。在采用训练集合训练模型之后，能够通过计算由对匹配预测目标的训练集合元素运行的模型所生成的输出的百分比，使用测试集合来计算精度。

[0052] 在各种实施例中，输入组件106能够接收与影响因子107的子集的状态有关的数据(例如实时数据)。例如，输入组件106能够接收由影响因子107(例如需求预测、机群调度、路线调度、Mx计划、人员指派、资产指派、操作、人员、登机口、维护、乘客、资产、天气、飞机人员到达时间和健康、机场安全、机场地面人员、航线售票台、飞机组件、空中交通控制、其它飞机及关联影响因子、行李操控、机场电车、机场设备、基于云的服务、网络及关联硬件/软件、区域本地和目的地地面交通、紧急事件响应、本地和联邦机构及代理、传感器以及对航线操作具有影响的其它类似项)的集合所生成的数据。模型生成组件108能够生成影响航线操作的影响因子107的集合的模型(例如模型110)。如本文所使用的术语“模型110”能够意味着一个或多个模型110。模型110能够可选地并且分别包括人工智能和/或机器学习组件112。机器学习组件112能够利用由输入组件106所接收的数据来对影响因子107进行评分和评

级，以用于对优化航线操作的认识。

[0053] 例如，数据能够来自数字孪生模型，其能够通过采用安装在飞机组件上或安装在飞机组件附近的传感器来监测组件的实时或推断条件。机器学习组件110能够基于累积损坏模型(CDM)对组件进行评分，该CDM设法确定发动机或部件已经暴露于加速降级的条件的次数。例如，部件上的集尘能够导致那个部件在操作中变得更热，并且这种温度上升能够降低那个部件的寿命。每次发动机或部件暴露于某个条件时损坏被计算，以便以按照特定暴露的类型和频率的某个速率进行累积。能够进行分析，以预测部件在它应当被维修乃至报废之前能够耐受的剩余暴露次数。模型110或机器学习组件112能够采用历史数据来分析影响因子数据，从而利用基于物理学的大数据或数据科学来细化相应模型。大数据能够是例如融合在一起的操作、地理、环境、配置和其它数据集。例如，以各种频率对机场所测量的大气或航线工作流程条件能够参照与构建模型110有关的数据分析来充当宝贵数据。模型110或机器学习组件112能够采用人工智能、物理域专业知识和其它统计方法来对组件进行评分和评级，并且生成与相应影响因子107对航线操作的影响有关的分析。

[0054] 模型110或机器学习组件112能够跨数据的未组织子集或者跨其它模型110来执行递归学习或后向传播或连续学习。相应模型110能够包括神经网络和Bayesian网络但并不局限于这些技术，并且能够彼此交互。此外，模型110能够从总体上跨模型集合进行交叉学习。例如，航线的模型110能够将信息馈送到云，使得云模型或超级模型(例如模型110)能够从航线的所有考虑周到的模型110学习。学习的信息能够用来反馈到航线的相应模型110中。

[0055] 影响组件114能够采用模型110来确定相应影响因子107的状态对航线操作的影响。模型110或机器学习组件112能够利用计划阶段(其能够是操作日之前的数月或数年)的历史数据和统计数据来检测中断的潜在可能性。机器学习组件112能够使用历史数据和统计数据来提供用于产生可恢复调度的余量。例如，调度组件116能够将调度设计成具有回退位置。调度组件116还能够使用人工智能、机器学习(未示出)或连续反馈来解决相应影响因子的状态对航线操作的所确定影响之间的冲突、不一致或矛盾。调度组件116能够根据所确定影响来修改航线操作。例如，调度组件116能够根据影响因子107的子集来修改航线操作(包括但不限于航班起飞时间)。例如，调度组件116能够根据人员到达时间、维护完成时间等来修改调度。此外，调度组件116能够根据系统针对中断、弱点或瓶颈的鲁棒性进行调度。在示例实现中，输入组件106能够接收与机场的售票台和安检线处的等待队列有关的信息。模型110和影响组件114能够评估相应队列针对航班操作的相关性和潜在影响，以及调度组件116能够分配资源(例如增加售票台和安检的人力以改进乘客流、延迟飞机的登机、延迟起飞时间等)，以便使全部乘客成功登机并且改进总体顾客满意度。

[0056] 更新组件118能够更新模型110，以根据所收集航线性能数据(其在航线操作已经由调度组件116修改之后成为可用的)来改进模型保真度。更新组件118能够使用人工智能和/或机器学习组件112来更新模型110。模型110能够采用递归学习算法或者跨其它模型的学习的后向传播或者连续学习算法。例如，模型110能够学习相应影响因子107的影响，并且指导调度组件116根据学习的影响来修订航线操作。产生于修订的航线操作的航线性能数据能够用来更新和改进模型110。

[0057] 本文所述装置的实施例能够采用人工智能(AI)来促进自动化本文所述的一个或

多个特征。组件能够将各种基于AI的方案用于执行本文所公开的各种实施例/示例。为了提供或帮助本文所述的多个确定(例如确定、查明、推断、计算、预测、预知、估计、推导、预报、检测),一个或多个组件能够检查准予它访问的数据的整体或子集,并且能够提供从经由事件和/或数据所捕获的观测集合来推理或确定系统、环境等的状态。确定能够用来识别特定上下文或动作,和/或能够生成例如对状态的概率分布。确定能够是概率性的—即基于数据和事件的考虑对感兴趣状态的概率分布的计算。确定还能够指的是用于从事件和/或数据的集合来组成高级事件的技术。

[0058] 这类确定能够引起从所观测事件和/或所存储事件数据的集合来构成新事件或动作,而无论事件是否在时间紧邻性方面相互关联以及事件和数据是否来自一个或若干事件和数据源。本文所公开的组件能够采用关于执行与要求保护主题有关的自动和/或确定动作的各种分类(显式训练(例如经由训练数据)以及隐式训练(例如经由观测行为、偏好、历史信息、接收外在信息等))方案和/或系统(例如支持向量机、神经网络、专家系统、Bayesian信念网络、模糊逻辑、数据融合引擎等)。因此,分类方案和/或系统能够用来自动学习和执行多个功能、动作和/或确定。

[0059] 分类器能够如通过f(z) = confidence(class)将输入属性向量z = (z1, z2, z3, z4, zn)映射到输入属于某类的置信度。这种分类能够采用基于统计和/或概率的分析(例如因式分解为分析效用和成本)来确定要自动执行的动作。支持向量机(SVM)是能够采用的分类器的示例。SVM通过找到可能输入的空间中的超表面进行操作,其中超表面尝试从非触发事件分离触发标准。直观地,这使分类对于与训练数据接近但不相同的测试数据是正确的。其它定向和非定向模型分类途径包括例如naïve Bayesian、Bayesian网络、决策树、神经网络、模糊逻辑模型、以及能够采用提供不同独立模式的概率分类模型。如本文所使用的分类还包括统计回归,其用来开发优先级模型。

[0060] 图2示出按照本文所述的一个或多个实施例、促进航线操作和计划管理、包括通知组件202的示例非限制性系统100的框图。为了简洁起见而省略对本文所述的其它实施例中采用的相似元件的重复描述。通知组件202能够向乘客发送通知,所述通知能够包括基于从模型110所生成的与机场安检队列时间、售票台队列时间或道路交通信息中的至少一个有关的影响信息的从家里到机场的路线和建议出发信息。备选地,作为示例,调度组件116还能够经由通知组件202向乘客(当在家中时)发送通知,鉴于售票台或安检的长队而建议乘客及早出发去机场,或者建议以电子方式办理登机手续并且仅携带手提包,以便避开售票台。

[0061] 图3示出按照本文所述的一个或多个实施例、促进航线操作和计划管理、包括激励组件302的示例非限制性系统100的框图。为了简洁起见而省略对本文所述的其它实施例中采用的相似元件的重复描述。激励组件302能够基于由模型110的分析和乘客的分布来执行基于效用的分析,以生成对乘客的子集的目标激励。代替向每个人提供全面激励,激励组件302能够提供对乘客的特定子集具有更高亲合力的激励。例如,如果航班超额预定,则航线能够提供诸如机场接车、旅店登记入住和正餐的服务,以补偿乘坐晚点航班的延迟。

[0062] 在另一个实现中,调度组件116和激励组件302能够进行协调以根据通过模型110的分析向乘客调度、销售或供应餐馆服务。例如,如果航班人员迟到,则影响组件114能够评估对航线操作的影响以及对顾客满意度的影响,并且调度组件116能够与激励组件302进行

协调，以便向乘客提供礼品（例如免费食物券、免费娱乐等），以抵销与延迟航班关联的不满。

[0063] 图4示出按照本文所述的一个或多个实施例、促进航线操作和计划管理、包括跟踪组件402的示例非限制性系统100的框图。为了简洁起见而省略对本文所述的其它实施例中采用的相似元件的重复描述。跟踪组件402能够实时地跟踪乘客和影响因子107，并且其中调度组件116能够基于跟踪信息来调度飞机的登机。乘客能够以每乘客为基础根据乘客到达检票口来登机。例如，航线能够通过通知乘客登机顺序基于乘客到达登出发登机口的顺序来鼓励及早到达出发登机口。使用航线的移动应用的乘客能够决定允许航线跟踪乘客。对于不使用跟踪特征的乘客，航线能够提供出发登机口到达签到（例如在出发登机口的信息站签到、扫描机票等）。

[0064] 跟踪能够通过全球导航系统（例如全球定位系统）来执行。跟踪信息还能够由调度组件116用来帮助乘客进行运输、终端内的指南、给定时间窗口下的餐馆建议等，以增强顾客体验和总体航线操作。例如，调度组件116能够提供经由通知组件202所发送的、对起飞前的较小时间窗口更靠近出发登机口的餐馆建议。在另一个示例中，调度组件116能够建议到机场的运输的模式和路线，其在给定乘客在直到登机之前剩下的时间窗口下是最快的。

[0065] 图5示出按照本文所述的一个或多个实施例、促进航线操作和计划管理、包括优化组件502的示例非限制性系统100的框图。为了简洁起见而省略对本文所述的其它实施例中采用的相似元件的重复描述。优化组件502能够基于模型110来生成与航线操作中的潜在中断点、弱点或瓶颈有关的推断，并且指导调度组件116来修订航线操作以促进优化航线操作。优化组件502能够基于从经过操作日的计划阶段的整个航线操作的反馈来生成推断。

[0066] 例如，如果某位人员经常迟到，则优化组件502能够生成如下推断：这位人员可能将再次迟到，这能够是航线操作中的潜在中断点。与这位人员的拖拉有关的这个反馈能够来自在操作日期间当这位人员迟到时的反馈。优化组件502能够使用该人员可能将再次迟到的推断来指导调度组件116调度额外时间，因此人员的拖拉不会中断航线操作。

[0067] 图6示出按照本文所述的一个或多个实施例、促进航线操作和计划管理、包括化身组件602的示例非限制性系统100的框图。为了简洁起见而省略对本文所述的其它实施例中采用的相似元件的重复描述。化身组件602能够与航线操作和调度人员进行接口，以基于模型110、机器学习组件112、影响组件114或调度组件116的输出来提供建议。航线操作和调度人员能够与化身组件602进行交互，以得到信息。例如，航线操作和调度人员能够请求与天气更新以及其将如何影响航班调度和人员调度有关的信息。

[0068] 化身组件602能够采取视觉格式或音频格式来提供回答。视觉格式能够包括书面文本、绘图、照片、图表、曲线图等。音频格式能够包括音频记录。化身组件602能够每次使用一种格式或者同时使用两种格式。除了提供回答之外，化身组件602还能够提供建议。例如，化身组件602能够提供如下更新：前面将存在恶劣天气，其将引起取消航班和人员重新调度。化身组件602还能够基于人员调度和偏好来提供关于人员重新指派的建议。

[0069] 图7示出按照本文所述的一个或多个实施例、促进航线操作和计划管理的示例非限制性计算机实现方法700。在702，计算机实现方法700能够包括由操作地耦合到处理器的系统来生成（例如经由模型生成组件108）影响航线操作的影响因子107的集合的模型（例如模型110）。在704，计算机实现方法能够包括由系统接收（例如经由输入组件106）与影响因

子107的子集的状态有关的数据(例如实时数据)。在706,计算机实现方法700能够包括由系统采用(例如经由影响组件114)模型(例如模型110)来确定相应影响因子107的状态对航线操作的影响。在708,计算机实现方法700能够包括由系统根据所确定影响来修改(例如经由调度组件116)航线操作。在710,计算机实现方法700能够包括由系统更新(例如经由更新组件118)模型(例如模型110)以根据所收集航线性能数据(其在航线操作已经由调度组件116修改之后成为可用的)来改进模型保真度。

[0070] 图8示出按照本文所述的一个或多个实施例的创新方面的统一操作800的示例非限制性高级图示。为了简洁起见而省略对本文所述的其它实施例中采用的相似元件的重复描述。航线操作具有多个独立系统或解算器,其进行网络计划、长期计划、机架计划、提供食物等。这些解算器能够找到独立系统(例如竖井(silos)或垂直)内存在的问题(例如影响因子107)的解决方案。但是,这些解算器没有为航线操作中断管理来提供总体优化整体解决方案。如图8所示,本文的实施例能够构建基础解决方案之上的智能层,以集成独立系统,并且生成优化中断管理调度工具,其采用整体方式工作。随着技术演进,在不脱离其它单独解算器的情况下,航线能够改变单独解算器。

[0071] 应用编程接口(API)(例如整体解决方案统一API 802)的统一集合能够为整个航线操作来提供总解决方案。整体解决方案统一API 802能够提供跨不同垂直(例如单独影响因子)来协调数据,使得调度模拟器804能够对影响因子(例如影响因子107)进行模拟或建模(例如经由模型生成组件108),以确定(例如经由影响组件114)跨相应垂直的影响因子的影响,并且相应地优化(例如经由优化组件502)资源的调度。整体解决方案统一API 806能够为影响计划阶段中最初的综合计划/调度808的影响因子(例如影响因子107)提供总解决方案。整体解决方案统一API 810能够为影响中断管理812(其能够在操作日发生)的影响因子(例如影响因子107)的总解决方案。整体解决方案统一API 806和整体解决方案统一API 810能够相组合,并且配置为整体解决方案统一API 802。

[0072] 调度模拟器804能够测试来自整体解决方案统一API 802的总解决方案是否将工作并且对中断是鲁棒的。调度模拟器804能够通过对影响因子(例如影响因子107)进行模拟或建模(例如经由模型生成组件108)以确定(例如经由影响组件114)跨垂直的影响因子的影响并且通过配置解算器相应地优化(例如经由优化组件502)资源的调度,来测试总解决方案的效能。

[0073] 图9示出按照本文所述的一个或多个实施例的创新方面的统一操作800的示例非限制性高级图示的更大粒度视图,其中示出各种影响因子(例如需求预测、机群调度、路线调度、维护(Mx)计划、人员指派、资产指派、操作、人员、登机口、维护、乘客、资产等)。为了简洁起见而省略对本文所述的其它实施例中采用的相似元件的重复描述。如图9所示,能够影响初始计划阶段中的综合计划/调度808的示例非限制性影响因子(例如影响因子107)是需求预测916、机群调度918、路线调度920、Mx计划922、人员指派924和资产指派926。能够影响操作日上的中断管理812的示例非限制性影响因子(例如影响因子107)是操作930、人员932、登机口934、维护936、乘客938和资产940。航线能够具有独立系统或解算器来查找这些单独影响因子的解决方案,但是这些独立系统或解算器在竖井中单独工作,而没有相互连接。

[0074] 本文的实施例能够将独立解算器配置成生成综合整体解决方案。统一操作800能

够通过将不同输出配置为实际整体解决方案，使用监督优化来组合独立解算器的输出。统一操作800能够通过整体解决方案统一API(例如整体解决方案统一API 802、806和810)来运行来自独立解算器的输出，以配置这些解算器(例如影响因子的解算器)的整体解决方案。整体解决方案统一API 806能够配置综合计划/调度808内的解算器。整体解决方案统一API 810能够配置中断管理812内的解算器。整体解决方案统一API 802能够通过把来自整体解决方案统一API 806和整体解决方案统一API 810的结果组合到整体解决方案统一API 802中，跨综合计划/调度808和中断管理812来配置解算器。调度模拟器804能够测试整体解决方案或推荐是否将工作并且对中断是鲁棒的。来自调度模拟器804的反馈能够通过连续反馈914和连续反馈928回送给整体解决方案统一API 802、806和810以及相应解算器。此外，综合计划/调度808和中断管理812能够分别使用(例如经由调度组件116)人工智能、机器学习或连续反馈914和928来分别解决影响因子916、918、920、922、924、926、930、932、934、936、938和940的独立解算器(例如未示出或者仅示为影响因子)之间的冲突、不一致或矛盾。例如，如果来自不同解算器的解决方案发生冲突，则综合计划/调度808和中断管理812能够分别使用(例如经由调度组件116)人工智能、机器学习或连续反馈914和928来调整解决方案或者请求具有附加约束的新解决方案，以解决冲突。冲突的示例能够在于，人员932希望航班准时起飞以避免人员超过工作时间，而乘客938希望延迟航班以保持转接，因为将一组乘客送达机场的飞机被延迟。

[0075] 例如，如果一组乘客(例如乘客938)对转接航班将来迟，则整体解决方案统一API 802能够将登机口934配置成在考虑成本和其它操作因素的同时使对于这些乘客的登机口之间的路径最小化。另一个示例涉及平衡操作930与人员932之间的解决方案。操作930能够需要选择哪些飞机将飞往何处，而人员932是那些飞机上的人。通过弄清哪一架飞机飞往何处来分析操作然后制定出如何将人员放到它们上的解算器能够经常在过程结束时发现没有为全部航班留下足够人员。那么该过程必须返回，并且改变操作。但是，本文的实施例能够分析人员932的解决方案，并且理解正确地建立操作930事物以得到最佳的、也能是有人工作的解决方案。连续反馈928实现操作930与人员932之间的配置，以得到最佳解决方案。

[0076] 短期学习能够用来满足长期学习。本文的实施例能够通过采用递归学习算法、连续学习算法或者跨多个垂直或整个系统的学习的后向传播来学习孤立影响因子如何能够影响特定垂直。如果在人员与飞机或操作之间存在冲突(其能够通过数分钟延迟来解决)，则递归学习算法、连续学习算法或者学习的后向传播能够分析和学习延迟的纹波效应。如果存在一个或多个竖井的中断，则没有考虑其它影响因子的竖井到点解决方案的优化能够破坏整个网络。通过模拟和提供反馈，调度模拟器804能够提供对中断是鲁棒的解决方案。

[0077] 图10示出按照本文所述的一个或多个实施例、表示航线操作的示例动态优化1000的示例非限制性流程图。为了简洁起见而省略对本文所述的其它实施例中采用的相似元件的重复描述。动态优化1000能够是航线如何操作的时间线。采用从左至右的依次顺序，动态优化1000能够包括需求1002、调度1004、指派1006、计划1008和操作1010。需求1002和调度1004两者均能够是没有指派特定飞机、人员或资源的更高资源计划的战略计划。需求1002能够在操作日之前2-3年开始，并且能够包括路线预测1012(例如飞机应当飞行哪些路线)、需求预测1014(例如乘客需求的位置)、飞机和工程采购1016(例如操作那些路线所需的飞机和工程师)、购买1018(例如要购买哪些飞机和设备)和租赁1020(例如要租赁哪些飞机和

设备)。调度1004能够在操作日之前6-18个月开始,并且能够包括机群调度1022(例如调度航班)、路线调度1024(例如航班的路线调度)和人力计划1026(例如操作那些路线和机群所需的人)。

[0078] 一旦需求1002和调度1004的战略计划处于适当位置,资源能够开始被指派。指派1006能够在操作日之前1-6个月开始,并且能够包括调度优化1028(例如优化调度)、人员指派1030(例如指派人员)和Mx计划1032(例如调度维护)。在这个阶段,人员指派1030能够包括实际人员花名册,其具有将在航班工作的人的姓名。Mx计划1032能够需要计划,其中飞机需要是使得维护能够对那些飞机执行。

[0079] 当操作日接近时,计划能够开始改变。尾号可需要交换,天气可具有影响,或者后备人员可需要用于请病假的人员。如果航班被取消,则那个航班上的人员可必须重新指派。在操作日之前1-3天,动态优化1000能够包括计划1008。计划1008能够包括尾号指派和交换器1034(例如指派和交换具有尾注册号的飞机)、不规则操作(IROPS)预测1036(例如预测不规则性/中断)、人员管理1038(例如操控人员指派的改变)和Mx操作1040(例如对飞机执行维护)。

[0080] 在操作日,航线设法继续调度并且收集要回顾的数据。操作1010能够分为操作日1042和回顾1044。操作日1042能够包括机场周转管理1046(例如优化飞机的到达与起飞之间的时间间隔)、IROPS管理1048(例如管理不规则性/中断)、线路Mx操作1050(例如正常周转周期期间的维护)和空中交通控制1052(例如与空中交通控制的交互)。回顾1044能够包括操作计划对实际1054(例如将计划操作与实际操作进行比较)、收益和成本分析1056(例如分析收益和成本)、利润分析1058(例如确定航线是否赚钱)、记帐1060(例如准备财务记录)、安全性能1062(例如确定安全统计)和燃料性能1064(例如确定燃料使用)。

[0081] 除了遵循动态优化1000的时间线之外,航线还能够利用其它功能和特征,例如管理工具、数据和诊断1066(例如管理操作的工具);收益管理1068(例如管理收益的工具);预订和票务(电子商务平台)1070(例如预订航班的工具);代码共享1072(例如航线之间的收益共享合作)和办理登机手续1074(例如办理登机手续的工具)。

[0082] 图11示出按照本文所述的一个或多个实施例、按照本发明的一方面系统能够从所调度对实际飞行性能数据进行学习以优化网络计划并且使风险最小化的示例非限制性计划流水线1100。为了简洁起见而省略对本文所述的其它实施例中采用的相似元件的重复描述。计划流水线1100是在航线能够发生的事物的另一个视图。从左至右是航线能够如何操作的时间线。

[0083] 网络计划1102能够在操作日之前一年或以上开始。网络计划1102能够包括在操作日之前12+个月开始的战略计划。优化调度能够在操作日之前4-6个月开始。协调人员指派能够在操作日之前2-4个月开始。路线和Mx计划1104能够包括在操作日之前30天开始的尾号分配和Mx计划。数据能够连同操作日上的分派1106来收集,以便对网络计划1102提供反馈。反馈能够通过从调度对实际飞行性能进行学习来提供,其能够用来通过操作日上的分派1106来优化来自网络计划1102的航线操作,并且使风险最小化。

[0084] 图12示出按照本文所述的一个或多个实施例、表示利用连续学习和操作反馈(其能够由系统来实现)的航线操作的示例动态优化1000的示例非限制性流程图。为了简洁起见而省略对本文所述的其它实施例中采用的相似元件的重复描述。连续学习/操作反馈

1202能够从操作日1042和回顾1044来收集。连续学习/操作反馈1202能够将操作1010的结果又链接回到网络计划1204(例如需求1002和调度1004)。连续学习/操作反馈1202还能够用来进行不同航线操作(例如网络计划1204、指派1006、计划1008和操作1010)的段之间的连接。含有连续学习/操作反馈1202的网络计划1204能够通过操作日来向前推进,以提供调度灵活性和动态优化。

[0085] 连续学习/操作反馈1202能够如何连接/链接操作过程的不同段以提供灵活动态操作的示例能够基于机群调度1022。机群调度1022能够使飞机的利用最大化,以便服从任何约束来调度尽可能多的航班。使飞机利用最大化能够导致过度周转时间和地面时间(例如飞行之间的时间)。约束能够是将飞机准备用于下一次飞行(例如维护和人员到达)的时间。如果在机群调度1022中提供不充分余量,则可靠性能够在机群中丢失。降低收益与增加地面时间的折衷是改进的维护和人员转移,这能够产生总成本节省。

[0086] 图13示出按照本文所述的一个或多个实施例、促进航线操作和计划管理的示例非限制性计算机实现方法1300。在1302,计算机实现方法1300能够包括接收(例如经由输入组件106)与影响因子(例如需求预测、机群调度、路线调度、Mx计划、人员指派、资产指派、操作、人员、登机口、维护、乘客、资产、天气、飞机人员到达时间和健康、机场安全、机场地面人员、航线售票台、飞机组件、空中交通控制、其它飞机及关联影响因子、行李操控、机场电车、机场设备、基于云的服务、网络及关联硬件/软件、区域本地和目的地地面交通、紧急响应、本地和联邦机构及代理、传感器以及对航线操作具有影响的其它项)的子集的状态有关的数据(例如实时数据)。在1304,计算机实现方法1300能够包括确定(例如经由影响组件114)相应影响因子的状态对航线操作的影响。在1306,计算机实现方法1300能够包括确定(例如经由影响组件114)影响是否为相关的。如果“否”,则该过程返回到1302。如果“是”,则该过程继续到1308。在1308,计算机实现方法1300能够包括根据所确定(例如所推断)影响来修改(例如经由调度组件116)航线操作。在1310,计算机实现方法1310能够包括根据所收集航线性能数据(其在航线操作已经由调度组件116修改之后成为可用的)来改进(例如经由更新组件118使用人工智能或机器学习)模型保真度。

[0087] 为了提供所公开主题的各个方面的上下文,图14以及以下讨论打算提供能够实现所公开主题的各个方面的适当环境的一般描述。图14示出能够促进本文所述的一个或多个实施例的示例非限制性操作环境的框图。为了简洁起见而省略对本文所述的其它实施例中采用的相似元件的重复描述。

[0088] 参照图14,用于实现要求保护主题的各个方面的适当环境1400包括计算机1402。计算机1402包括处理单元1404、系统存储器1406、编解码器1405和系统总线1408。系统总线1408将系统组件(包括但不限于系统存储器1406)耦合到处理单元1404。处理单元1404能够是各种可用处理器的任何处理器。双微处理器和其它多处理器架构也能够用作处理单元1404。

[0089] 系统总线1408能够具有若干类型的总线结构的任何类型,包括存储器总线或存储控制器、外围总线或外部总线和/或本地总线,其使用任何种类的可用总线架构,包括但不限于工业标准架构(ISA)、微通道架构(MSA)、扩展ISA(EISA)、智能驱动电子(IDE)、VESA本地总线(VLB)、外设部件互连(PCI)、卡总线、通用串行总线(USB)、高级图形端口(AGP)、个人计算机存储卡国际协会总线(PCMCIA)、火线(IEEE 1394)和小型计算机系统接口(SCSI)。

[0090] 系统存储器1406包括易失性存储器1410和非易失性存储器1412。含有例如在启动期间在计算机1402内的元件之间传递信息的基本例程的基本输入/输出系统(BIOS)被存储在非易失性存储器1412中。作为说明而不是限制，非易失性存储器1412能够包括只读存储器(ROM)、可编程ROM(PROM)、电可编程ROM(EPROM)、电可擦可编程ROM(EEPROM)或闪速存储器。易失性存储器1410包括随机存取存储器(RAM)，其充当外部高速缓冲存储器。按照本方面，易失性存储器可存储写操作重试逻辑(图14中未示出)等。作为说明而不是限制，RAM是采取许多形式可用的，例如静态RAM(SRAM)、动态RAM(DRAM)、同步DRAM(SDRAM)、双倍数据速率SDRAM(DDR SDRAM)和增强SDRAM(ESDRAM)。

[0091] 计算机1402还可包括可拆卸/不可拆卸、易失性/非易失性计算机存储介质。图14示出例如磁盘存储设备1414。磁盘存储设备1414包括但不限于像磁盘驱动器、固态磁盘(SSD)、软盘驱动器、磁带驱动器、Zip驱动器、LS-110驱动器、闪速存储卡或存储棒的装置。另外，磁盘存储装置1414能够包括单独地或者与其它存储介质相组合的存储介质，包括但不限于光盘驱动器(例如致密盘ROM装置(CD-ROM)、CD可记录驱动器(CD-R驱动器)、CD可重写驱动器(CD-RW驱动器)或者数字多功能盘ROM驱动器(DVD-ROM)。为了促进磁盘存储装置1414与系统总线1408的连接，典型地使用可拆卸或者不可拆卸接口(例如接口1416)。

[0092] 要意识到，图14描述软件、执行中的软件、硬件和/或与硬件相组合的软件，其充当用户与适当操作环境1400中描述的基本计算机资源之间的中介。这种软件包括操作系统1418。操作系统1418(其能够存储在磁盘存储设备1414上)起作用以控制和分配计算机系统1402的资源。应用1420利用操作系统1418通过系统存储器1406中或者磁盘存储设备1414上存储的程序模块1424和程序数据1426(例如引导/关机事务表等)的对资源的管理。要意识到，要求保护主题能够采用各种操作系统或者操作系统的组合来实现。例如，应用1420和程序数据1426能够包括实现本公开的方面的软件。

[0093] 用户通过(一个或多个)输入装置1428(其非限制性示例能够包括指点装置(例如鼠标)、轨迹球、指示笔、触摸板、键盘、话筒、操纵杆、游戏手柄、圆盘式卫星天线、扫描仪、电视调谐卡、数码相机、数字摄像机、电子鼻、万维网摄像头或者允许用户与计算机1402进行交互的其它装置)将命令或信息输入计算机1402中。这些和其它输入装置经由(一个或多个)接口端口1430通过系统总线1408来连接到处理单元1404。(一个或多个)接口端口1430包括例如串行端口、并行端口、游戏端口和通用串行总线(USB)。(一个或多个)输出装置1436使用与(一个或多个)输入装置1428相同类型的端口中的一些。因此，例如，USB端口可用来向计算机1402提供输入，并且从计算机1402向输出装置1436输出信息。提供输出适配器1434，以示出存在一些输出装置1436，像监视器、扬声器和打印机连同要求特殊适配器的其它输出装置1436。输出适配器1434作为说明而不是限制包括视频和声卡，其提供输出装置1436与系统总线1408之间的连接的手段。应当注意，其它装置和/或装置的系统提供输入和输出能力两者，例如(一个或多个)远程计算机1438。

[0094] 计算机1402能够在使用到一个或多个远程计算机(例如(一个或多个)远程计算机1438)的逻辑连接的网络化环境中进行操作。(一个或多个)远程计算机1438能够是个人计算机、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、智能电话、平板电脑或者其它网络节点，并且典型地包括相对于计算机1402描述的元件中的许多元件。为了简洁的目的，随(一个或多个)远程计算机1438仅示出存储器存储装置1440。(一个或多个)

远程计算机1438通过网络接口1442逻辑地连接到计算机1402，并且然后经由(一个或多个)通信连接1444来连接。网络接口1442包含有线或无线通信网络，例如局域网(LAN)、广域网(WAN)和蜂窝网络。LAN技术包括光纤分布数据接口(FDDI)、铜分布数据接口(CDDI)、以太网、令牌环等。WAN技术包括但不限于点对点链路、电路切换网络(像综合服务数字网络(ISDN)及其变化)、分组切换网络和数字用户线(DSL)。

[0095] (一个或多个)通信连接1444指用来将网络接口1442连接到总线1408的硬件/软件。虽然通信连接1444为了说明的清楚而在计算机1402内部示出，但是它也能够在计算机1402外部的。到网络接口1442的连接所需的硬件/软件包括(仅为了示范目的)内部和外部技术，例如调制解调器(包括普通电话级调制解调器、电缆调制解调器和DSL调制解调器)、ISDN适配器、有线和无线以太网卡、集线器和路由器。

[0096] 现在参照图15，示出按照本说明书的计算环境1500的示意框图。系统1500包括一个或多个客户端1502(例如计算机、智能电话、平板、照相机、PDA)。(一个或多个)客户端1502能够是硬件和/或软件(例如线程、进程、计算装置)。(一个或多个)客户端1502能够例如采用本说明书来容纳(一个或多个)cookie和/或关联的上下文信息。

[0097] 系统1500还包括一个或多个服务器1504。(一个或多个)服务器1504也能够是硬件或者与软件相组合的硬件(例如线程、进程、计算装置)。服务器1504能够容纳例如通过采用本公开的方面来执行媒体项的变换的线程。客户端1502与服务器1504之间的一种可能通信能够采取适合在两个或更多计算机进程之间传送的数据分组的形式，其中数据分组可包括编码分析预留空间和/或输入。数据分组能够包括例如cookie和/或关联的上下文信息。系统1500包括通信框架1506(例如，全球通信网络，例如因特网)，其能够用来促进(一个或多个)客户端1502与(一个或多个)服务器1504之间的通信。

[0098] 通信能够经由有线(包括光纤)和/或无线技术来促进。(一个或多个)客户端1502操作地连接到一个或多个客户端数据存储设备1508，其能够用来存储(一个或多个)客户端1502本地的信息(例如(一个或多个)cookie和/或关联的上下文信息)。类似地，(一个或多个)服务器1504操作地连接到一个或多个服务器数据存储设备1510，其能够用来存储服务器1504本地的信息。

[0099] 在一个示范实现中，客户端1502能够向服务器1504传递编码的文件(例如编码的媒体项)。服务器1504能够存储文件，对文件解码，或者将文件传送给另一个客户端1502。要意识到，按照本公开，客户端1502还能够向服务器1504传递未压缩的文件，以及服务器1504能够压缩文件和/或变换文件。同样，服务器1504能够对信息编码，并且经由通信框架1506将信息传送给一个或多个客户端1502。

[0100] 本公开的所示方面还可在分布式计算环境中实践，其中某些任务由远程处理装置(其通过通信网络所链接)来执行。在分布式计算环境中，程序模块能够位于本地和远程存储器存储装置两者中。

[0101] 此外要意识到，本文所述的各种组件(例如检测组件、输入组件、样本输送组件等)能够包括(一个或多个)电路，其能够包括适当值的组件和电路元件，以便实现本创新的方面。此外能够意识到，各种组件的许多组件能够在一个或多个集成电路(IC)芯片上实现。在一个示范实现中，组件集合能够在单个IC芯片上实现。在其它示范实现中，相应组件的一个或多个在单独IC芯片上制作或实现。

[0102] 以上已经描述的包括本发明的实现的示例。为了描述要求保护主题的目的，当然不可能描述组件或方法的每一个可设想组合，但是要意识到，本创新的许多另外组合和置换是可能的。相应地，要求保护主题打算包含全部这类改变、修改和变化，其落入所附权利要求的精神和范围之内。此外，包括“摘要”中所述的事物的本公开的所示实现的以上描述并不是要详细列举或者将所公开实现局限于所公开的精确形式。虽然本文中为了说明目的而描述具体实现和示例，但是如相关领域的技术人员能够认识的，被认为在这类实现和示例的范围之内的各种修改是可能的。

[0103] 具体来说并且关于由上述组件、装置、电路、系统等所执行的各种功能，除非另加指示，否则用来描述这类组件的术语打算对应于执行所述组件的所指定功能(例如，功能等效)的任何组件，即使不是在结构上等效于所公开结构(其执行要求保护主题的本文所示示范方面的功能)。在这方面，还将会认识到，创新包括系统以及计算机可读存储介质，其具有计算机可执行指令，以用于执行要求保护主题的各种方法的动作和/或事件。

[0104] 已经针对若干组件/块之间的交互描述了上述系统/电路/模块。能够意识到，这类系统/电路和组件/块能够包括那些组件或者所指定子组件、所指定组件或者子组件的一些和/或附加组件，并且按照以上述各种置换和组合。子组件还能够实现为通信地耦合到其它组件而不是包括在父组件(分级)内的组件。另外，应当注意，一个或多个组件可组合为提供聚合功能性的单个组件或者分为若干单独子组件，以及可提供任何一个或多个中间层(例如管理层)，以通信地耦合到这类子组件，以便提供综合功能性。本文所述的任何组件还可与本文中没有具体描述但是本领域的技术人员已知的一个或多个其它组件进行交互。

[0105] 虽然阐明本发明的广义范围的数值范围和参数是近似值，但是具体示例中阐明的数值尽可能准确地报导。但是，任何数值固有地含有必然产生于其相应测试测量中找到的标准偏差的某些误差。此外，本文所公开的全部范围要被理解为包含其中所包含的任何和全部子范围。例如，“小于或等于11”的范围能够包括零的最小值与11的最大值之间(并且包含该最小值与最大值)的任何和全部子范围，即，任何和全部子范围具有等于或大于零的最小值以及等于或小于11的最大值(例如1至5)。在某些情况下，如对参数所述的数值能够具有负值。

[0106] 另外，虽然可能已经仅针对若干实现之一公开了本创新的特定特征，但是这种特征可如对任何给定或特定应用可预期和有利的与其它实现的一个或多个其它特征相组合。此外，在详细描述或者权利要求中使用术语“包括(include、including)”、“具有”、“含有”及其变体和其它类似词语的意义上，这些术语打算采用与作为开放过渡词语的术语“包含”相似的方式是包含的，而没有排除任何附加或其它元件。

[0107] 遍及本说明书中提到“一个实现”或“一实现”表示结合该实现所述的特定特征、结构或特性包含在至少一个实现中。因此，短语“在一个实现中”或者“在一实现中”在遍及本说明书中的各个位置的出现不一定全部指相同实现。此外，具体特征、结构或特性可采用任何适当方式结合在一个或多个实现中。

[0108] 此外，遍及本说明书中提到“项”或“文件”意味着结合实现所述的特定结构、特征或对象不一定指相同对象。此外，“文件”或“项”能够指各种格式的对象。

[0109] 如本申请中使用的术语“组件”、“模块”、“系统”等一般打算指作为硬件(例如电路)、硬件和软件的组合的计算机相关实体或者与具有一个或多个特定功能性的操作机器

相关的实体。例如，组件可以是(但不限于)在处理器(例如数字信号处理器)上运行的进程、处理器、对象、可执行、执行线程、程序和/或计算机。作为说明，在控制器上运行的应用和控制器两者均能够是组件。一个或多个组件可驻留在进程和/或执行线程中，以及组件可定位在一个计算机上和/或分布在两个或更多计算机之间。虽然在各个实现中描绘单独组件，但是要意识到，组件可采用一个或多个公共组件来表示。此外，各个实现的设计能够包括不同组件放置、组件选择等，以实现最佳性能。此外，“装置”能够采取专门设计硬件；通过其上的软件(其使硬件能够执行特定功能(例如媒体项聚合))的执行被专门化的一般化硬件；计算机可读介质上存储的软件；或者其组合的形式。

[0110] 此外，词语“示例”或“示范”在本文中用来表示“用作示例、实例或说明”。本文中描述为“示范”的任何方面或设计不一定被理解为相对其它方面或设计是优选或有利的。相反，词语“示例”或“示范”的使用打算以具体方式呈现概念。如本申请所使用的，术语“或者”打算表示包含“或”而不是互斥“或”。即，除非另加说明或者从上下文清楚地知道，否则“X采用A或B”打算表示自然包含置换的任一个。即，如果X采用A；X采用B；或者X采用A和B两者，则在上述实例的任何实例下均满足“X采用A或B”。另外，如本申请和所附权利要求中所使用的冠词“一(a和an)”应当一般地理解为表示“一个或多个”，除非另加说明或者从上下文清楚地知道针对单数形式。

[0111] 部件列表

系统(100)
处理器(102)
存储器(104)
输入组件(106)
模型生成组件(108)
模型(110)
机器学习组件(112)
影响组件(114)
调度组件(116)
更新组件(118)
通知组件(202)
激励组件(302)
跟踪组件(402)
优化组件(502)
化身组件(602)

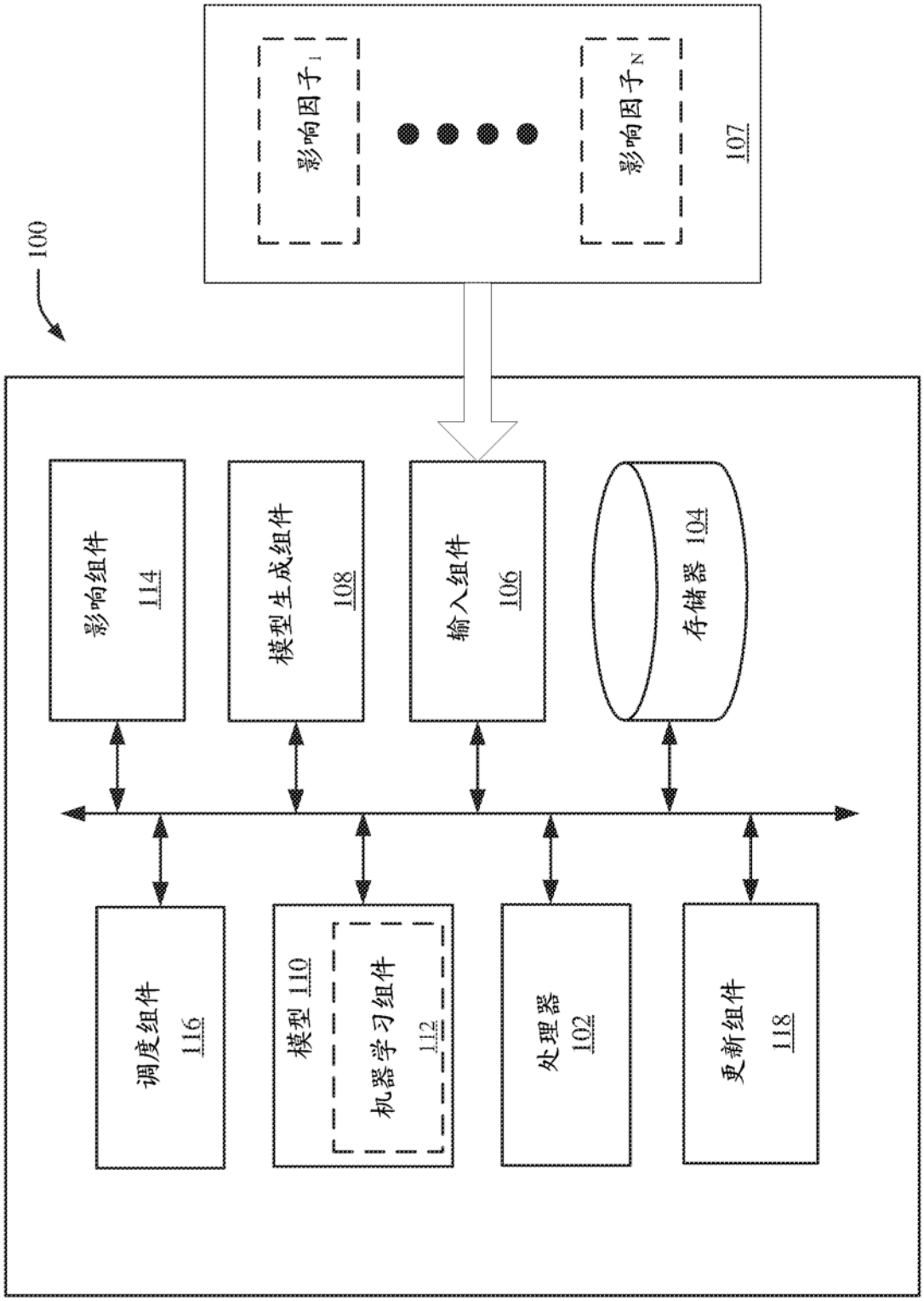

100
影响因子 1
影响因子 N
107
影响组件 114
模型生成组件 108
输入组件 106
存储器 104
调度组件 116
模型 110
机器学习组件 112
处理器 102
更新组件 118

图 1

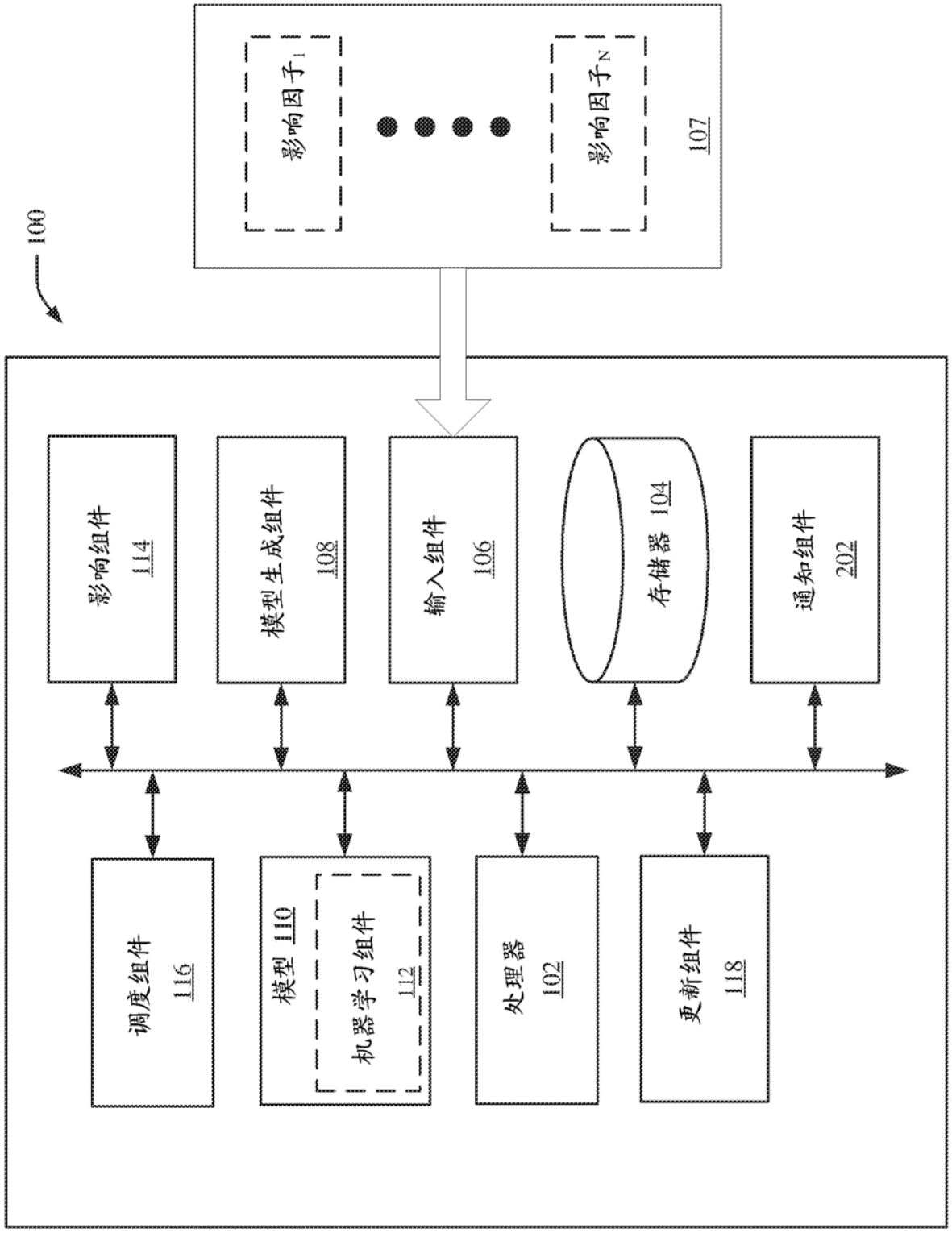

100
影响因子1
影响因子N
107
影响组件
114
模型生成组件
108
输入组件
106
存储器 104
通知组件
202
调度组件
116
模型 110
机器学习组件
112
处理器
102
更新组件
118

图 2

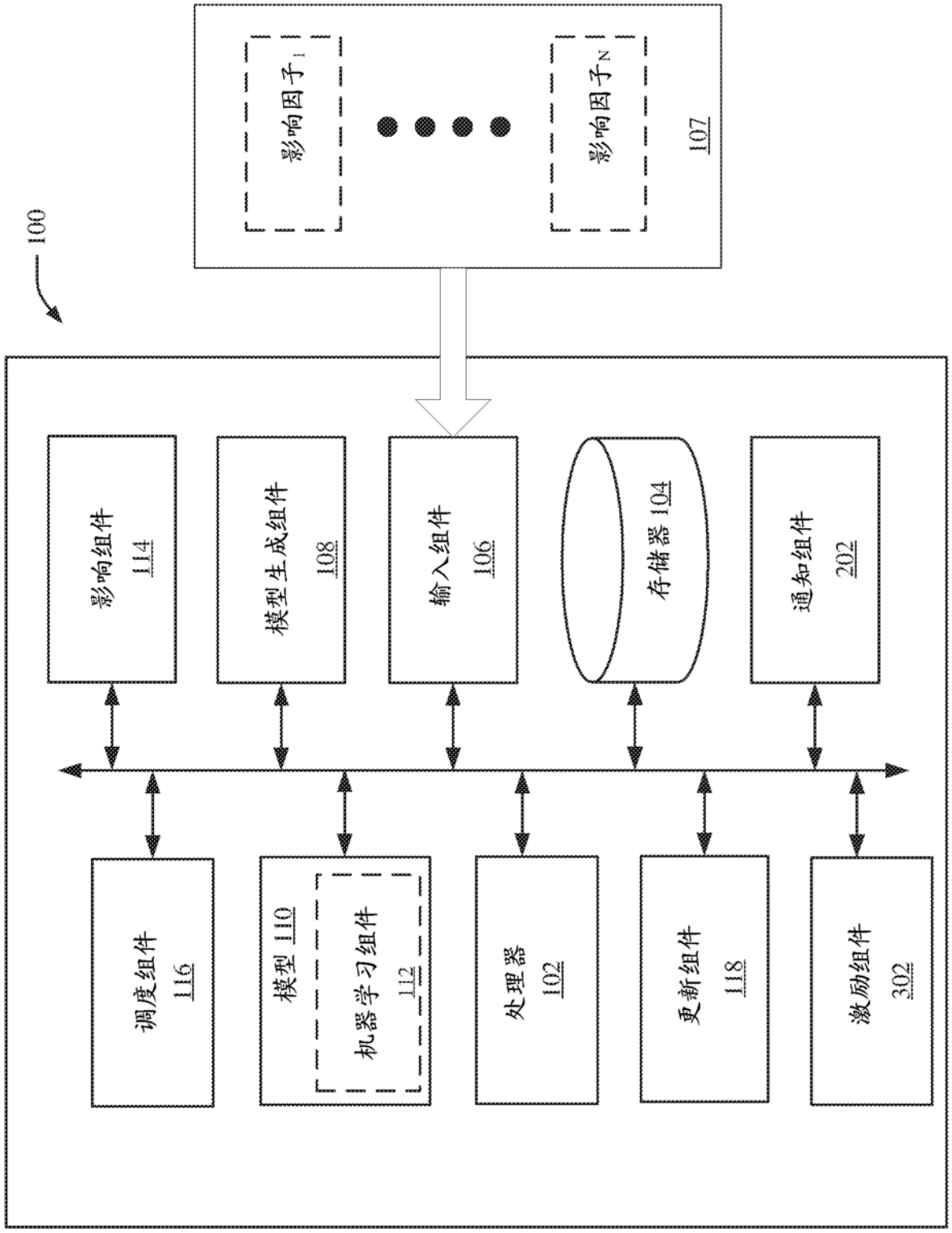

100
影响因子1
影响因子N
107
影响组件 114
模型生成组件 108
输入组件 106
存储器 104
通知组件 202
调度组件 116
模型 110
机器学习组件 112
处理器 102
更新组件 118
激励组件 302

图 3

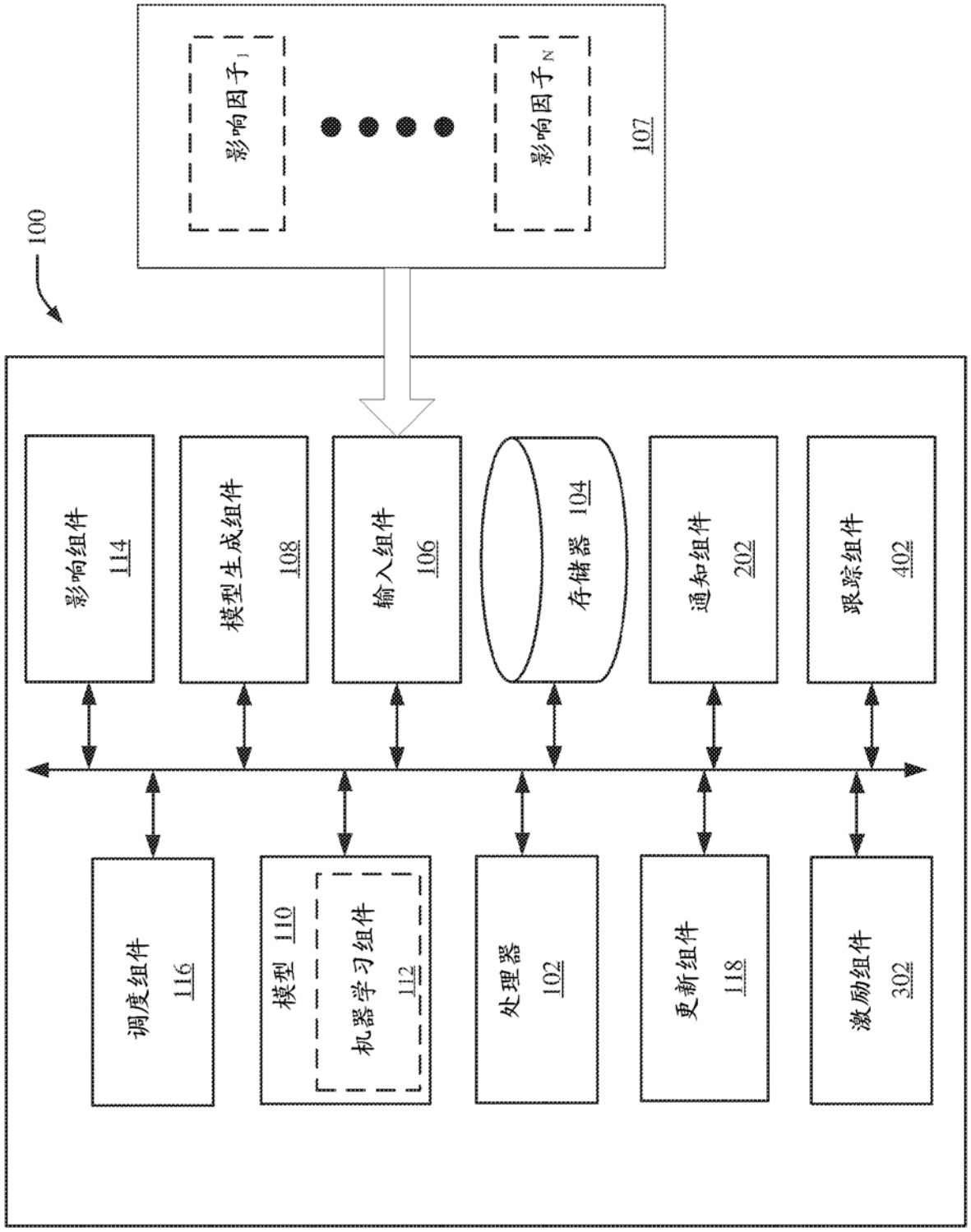

100
影响因子 1
影响因子 N
107
影响组件 114
模型生成组件 108
输入组件 106
存储器 104
通知组件 202
跟踪组件 402
调度组件 116
模型 110
机器学习组件 112
处理器 102
更新组件 118
激励组件 302

图 4

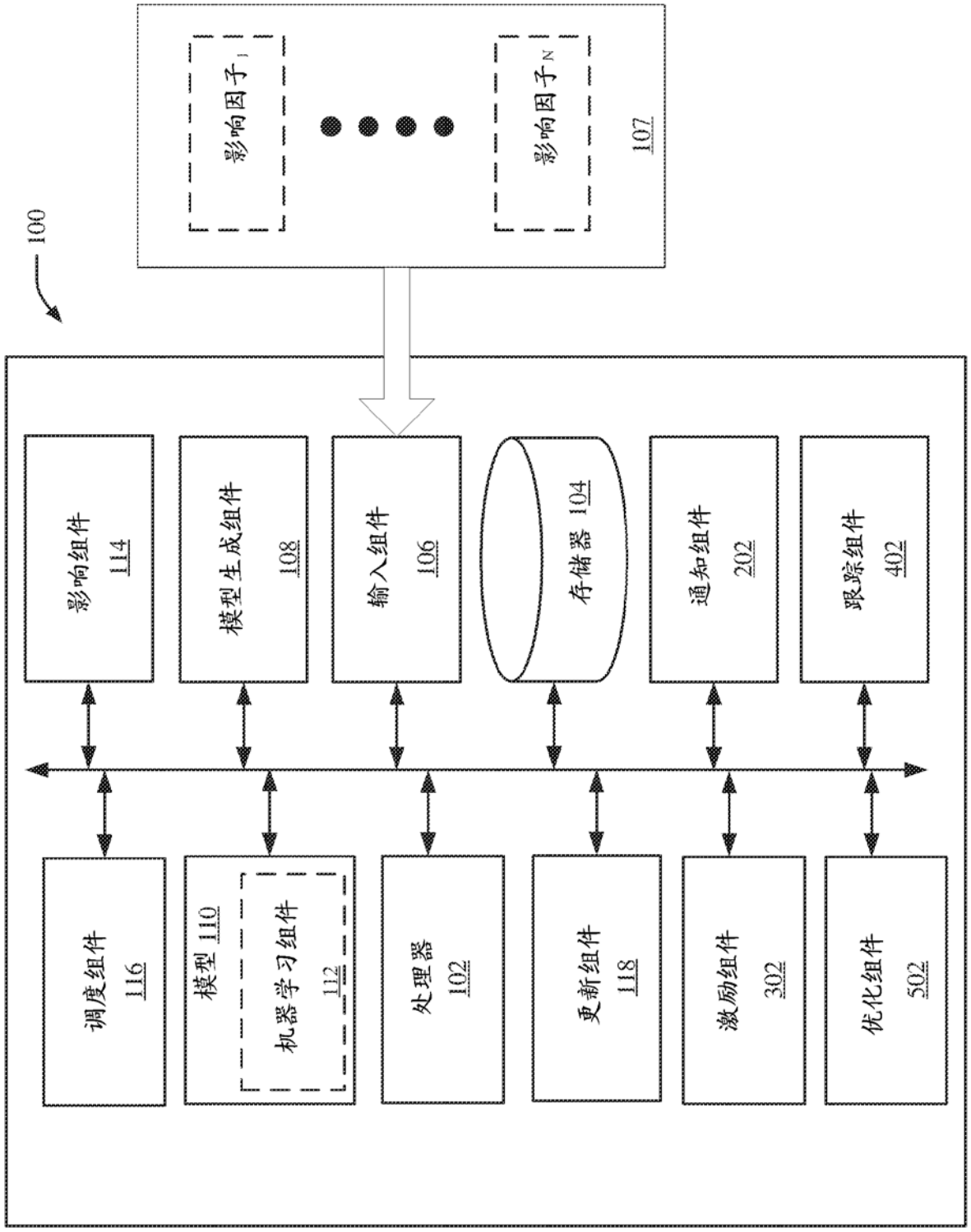

100
影响因子 1
影响因子 N
107
影响组件 114
模型生成组件 108
输入组件 106
存储器 104
通知组件 202
跟踪组件 402
调度组件 116
模型 110
机器学习组件 112
处理器 102
更新组件 118
激励组件 302
优化组件 502

图 5

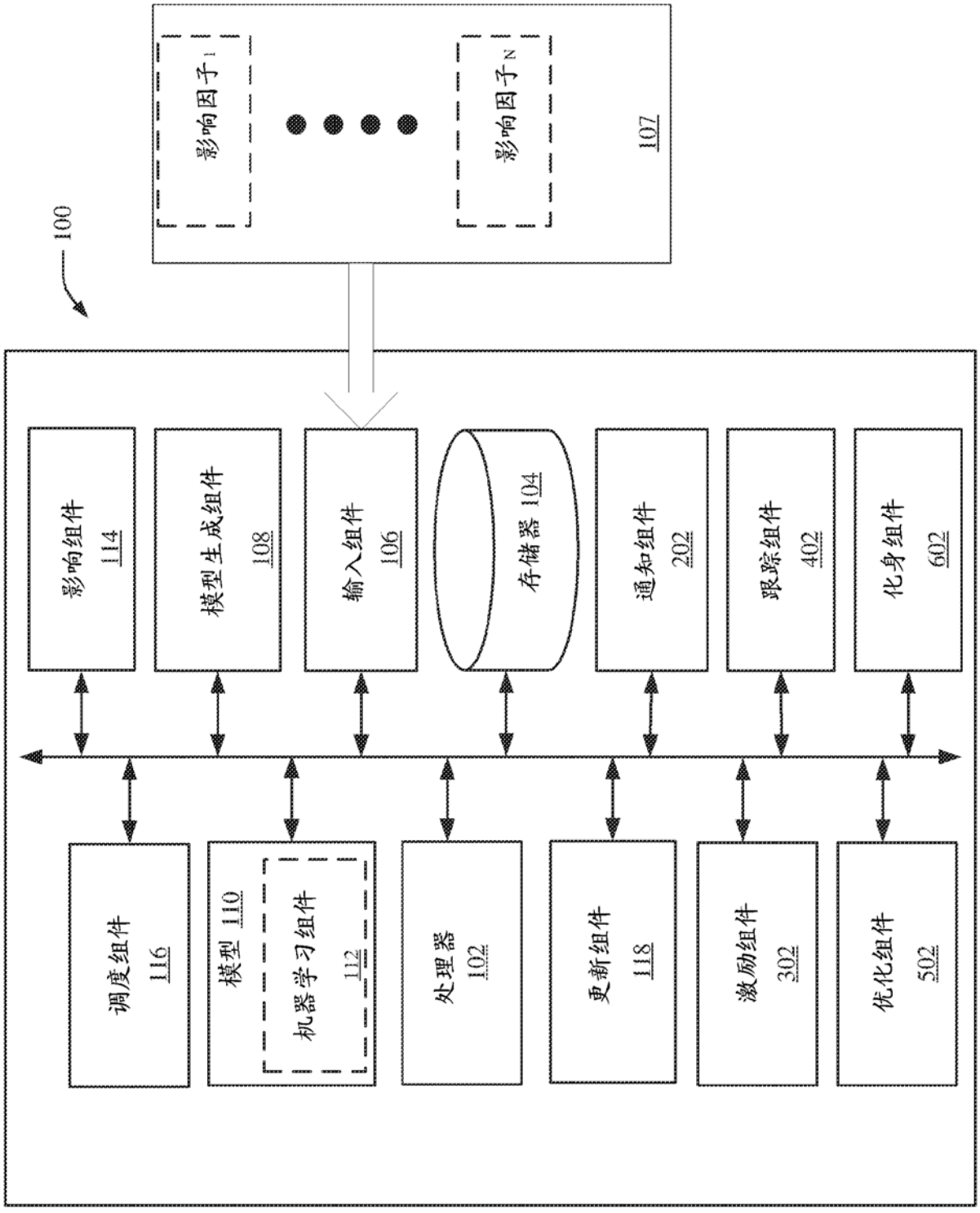

100
影响因子 1
影响因子 N
107
影响组件 114
模型生成组件 108
输入组件 106
存储器 104
通知组件 202
跟踪组件 402
化身组件 602
调度组件 116
模型 110
机器学习组件 112
处理器 102
更新组件 118
激励组件 302
优化组件 502

图 6

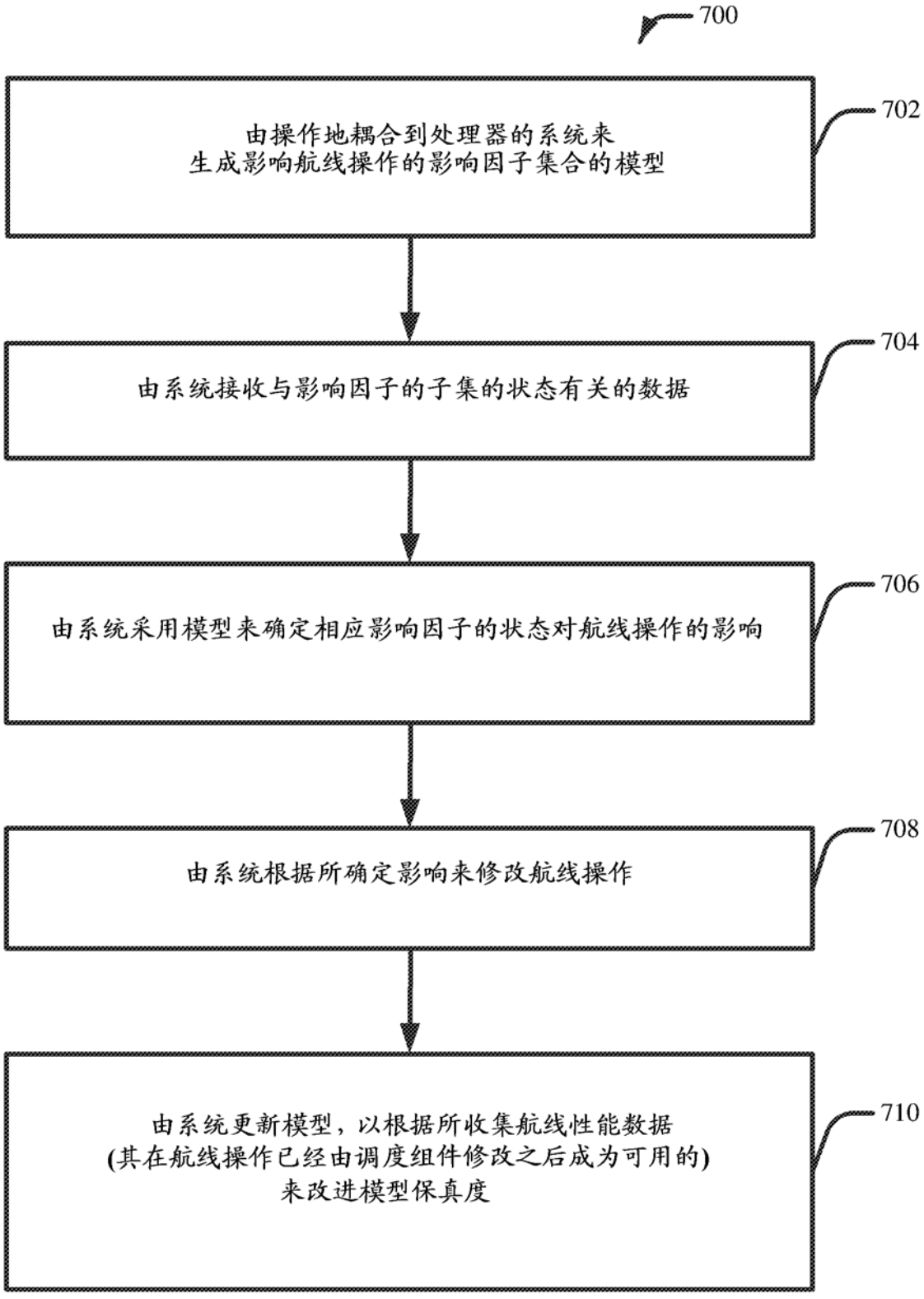

700
由操作地耦合到处理器的系统来
生成影响航线操作的影响因子集合的模型
702
由系统接收与影响因子的子集的状态有关的数据
704
由系统采用模型来确定相应影响因子的状态对航线操作的影响
706
由系统根据所确定影响来修改航线操作
708
由系统更新模型，以根据所收集航线性能数据
(其在航线操作已经由调度组件修改之后成为可用的)
来改进模型保真度
710

图 7

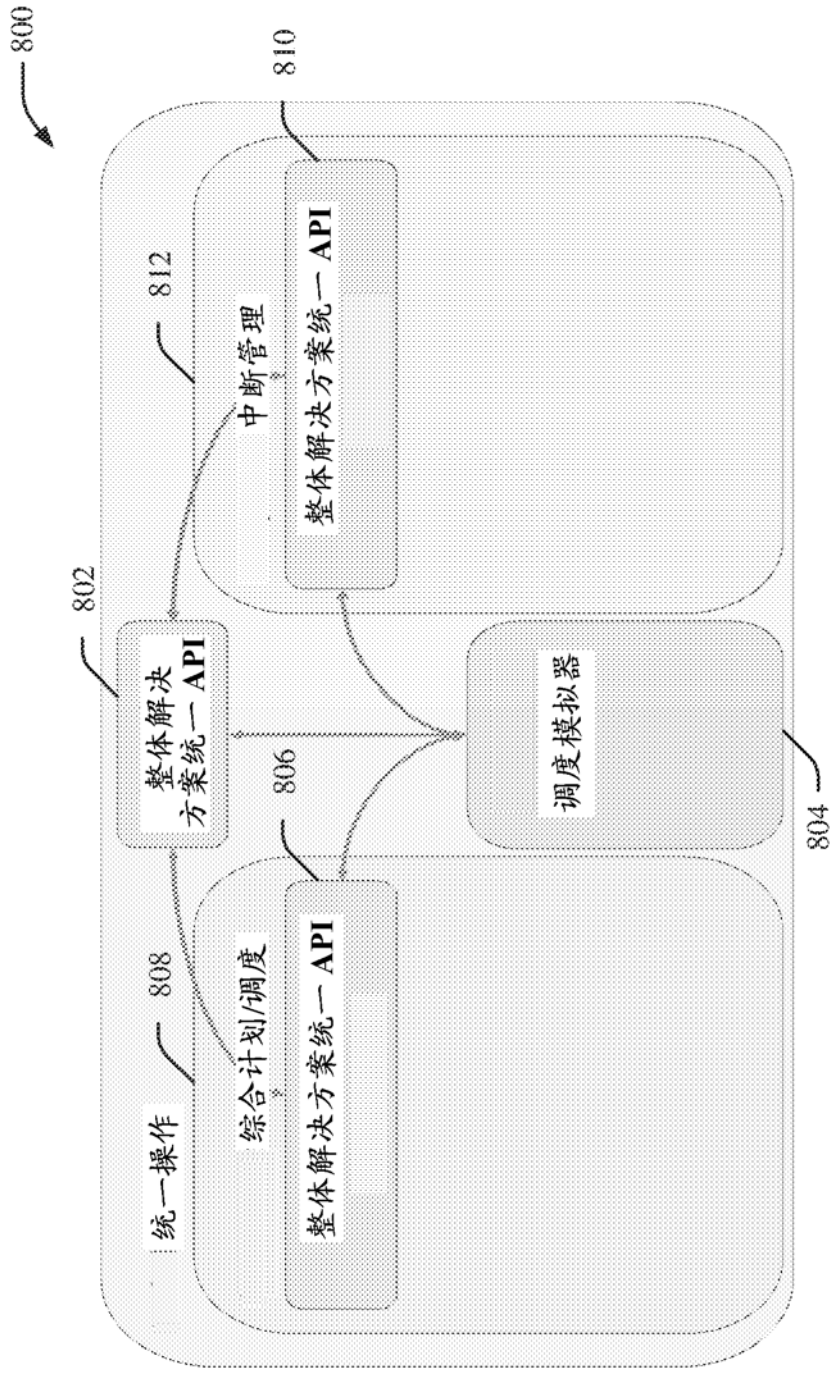

800
810
812
802
整体解决方案统一 API
中断管理
整体解决方案统一 API
806
调度模拟器
804
808
统一操作
综合计划/调度
整体解决方案统一 API

图 8

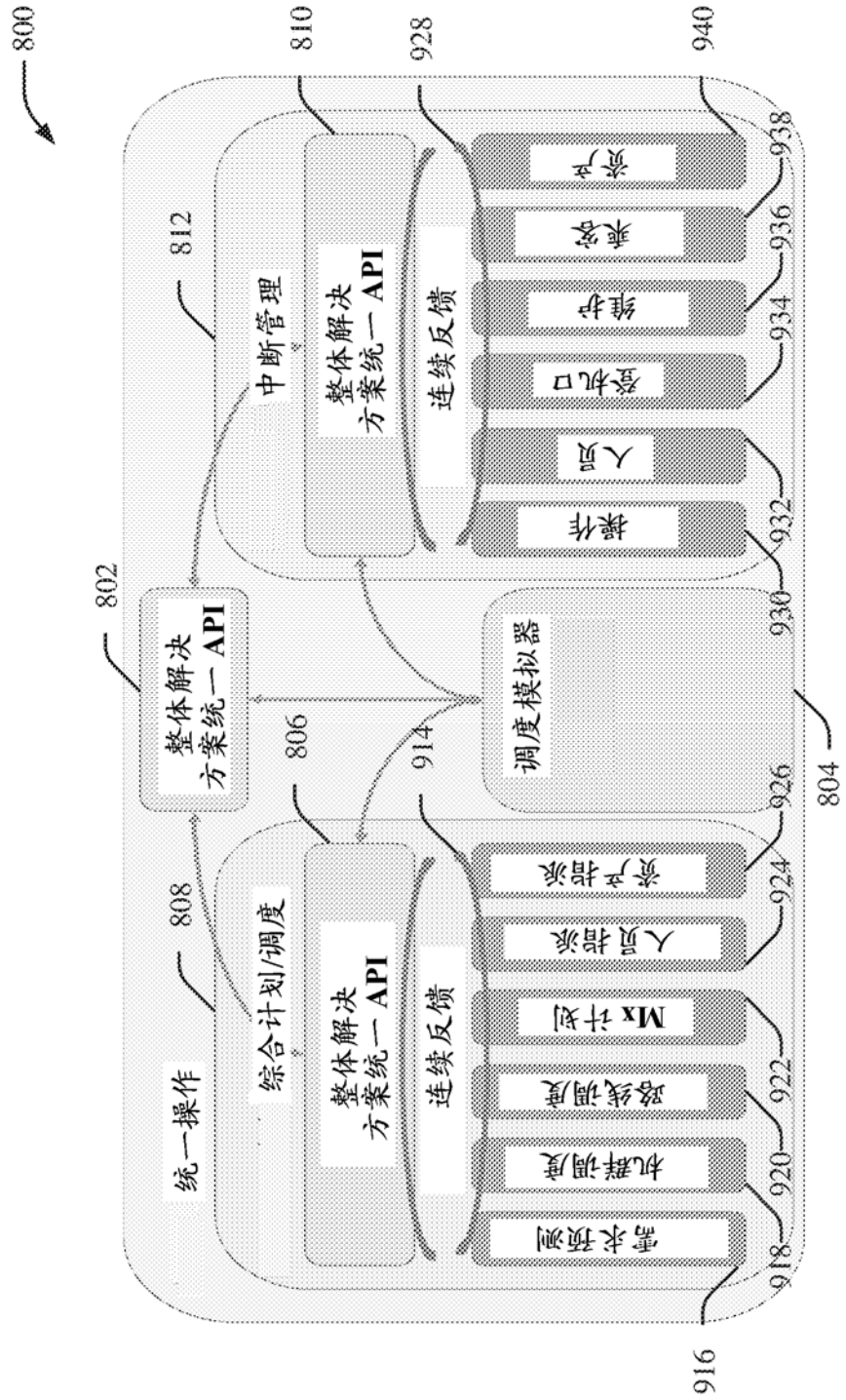

800
810
928
940
812
938
936
934
932
930
802
806
914
926
804
808
924
922
920
918
916
统一操作
综合计划/调度
中断管理
整体解决方案统一 API
连续反馈
调度模拟器
路径
舱室
人员
装卸口
舱室
舱段
路径
人员指派
Mx 计划
路线调度
机群调度
需求预测

图 9

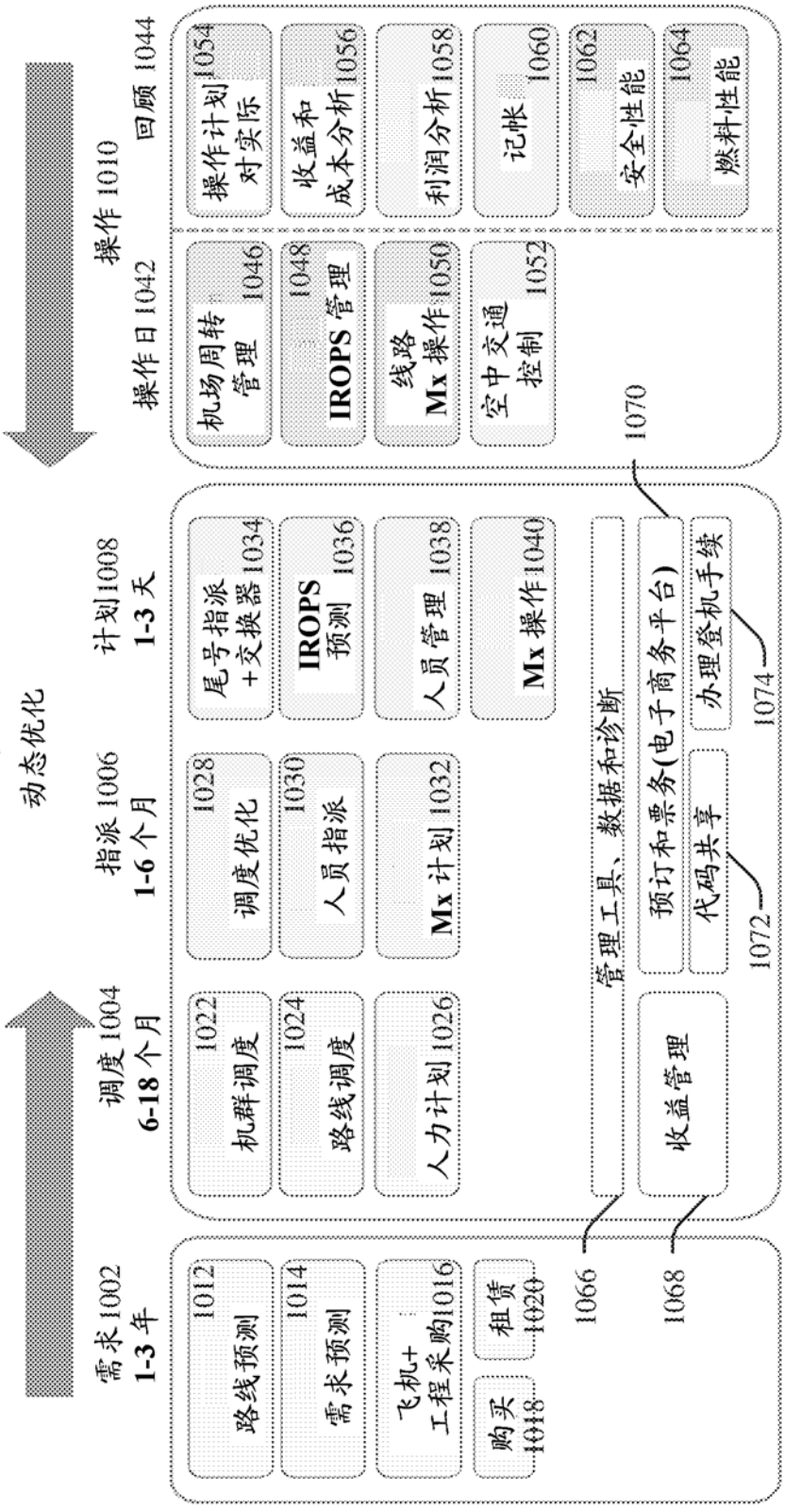

1000
动态优化
需求 1002
1-3 年
调度 1004
6-18 个月
指派 1006
1-6 个月
计划 1008
1-3 天
操作 1010
操作日 1042
回顾 1044
路线预测 1012
需求预测 1014
飞机+工程采购 1016
购买 1018
租赁 1020
机群调度 1022
路线调度 1024
人力计划 1026
调度优化 1028
人员指派 1030
Mx 计划 1032
尾号指派+交换器 1034
IROPS 预测 1036
人员管理 1038
Mx 操作 1040
机场周转管理 1046
IROPS 管理 1048
线路 Mx 操作 1050
空中交通控制 1052
操作计划对实际 1054
收益和成本分析 1056
利润分析 1058
记帐 1060
安全性能 1062
燃料性能 1064
管理工具、数据和诊断 1066
收益管理 1068
预订和票务(电子商务平台) 1070
代码共享 1072
办理登机手续 1074

图 10

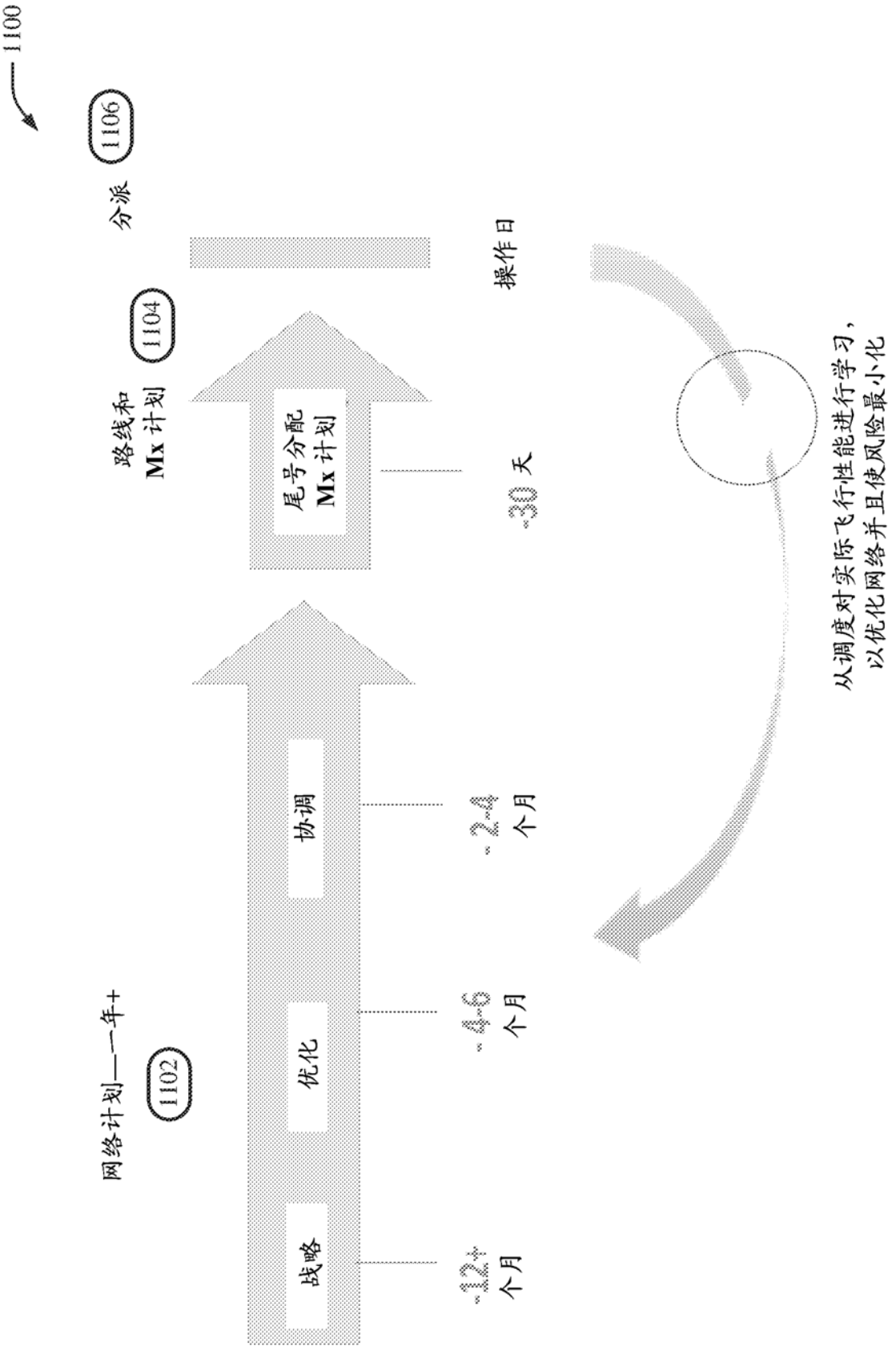

1100
1106
分派
1104
路线和
Mx 计划
操作日
尾号分配
Mx 计划
~30 天
协调
~2-4
个月
优化
~4-6
个月
网络计划——一年+
1102
战略
~12+
个月
从调度对实际飞行性能进行学习，
以优化网络并且使风险最小化

图 11

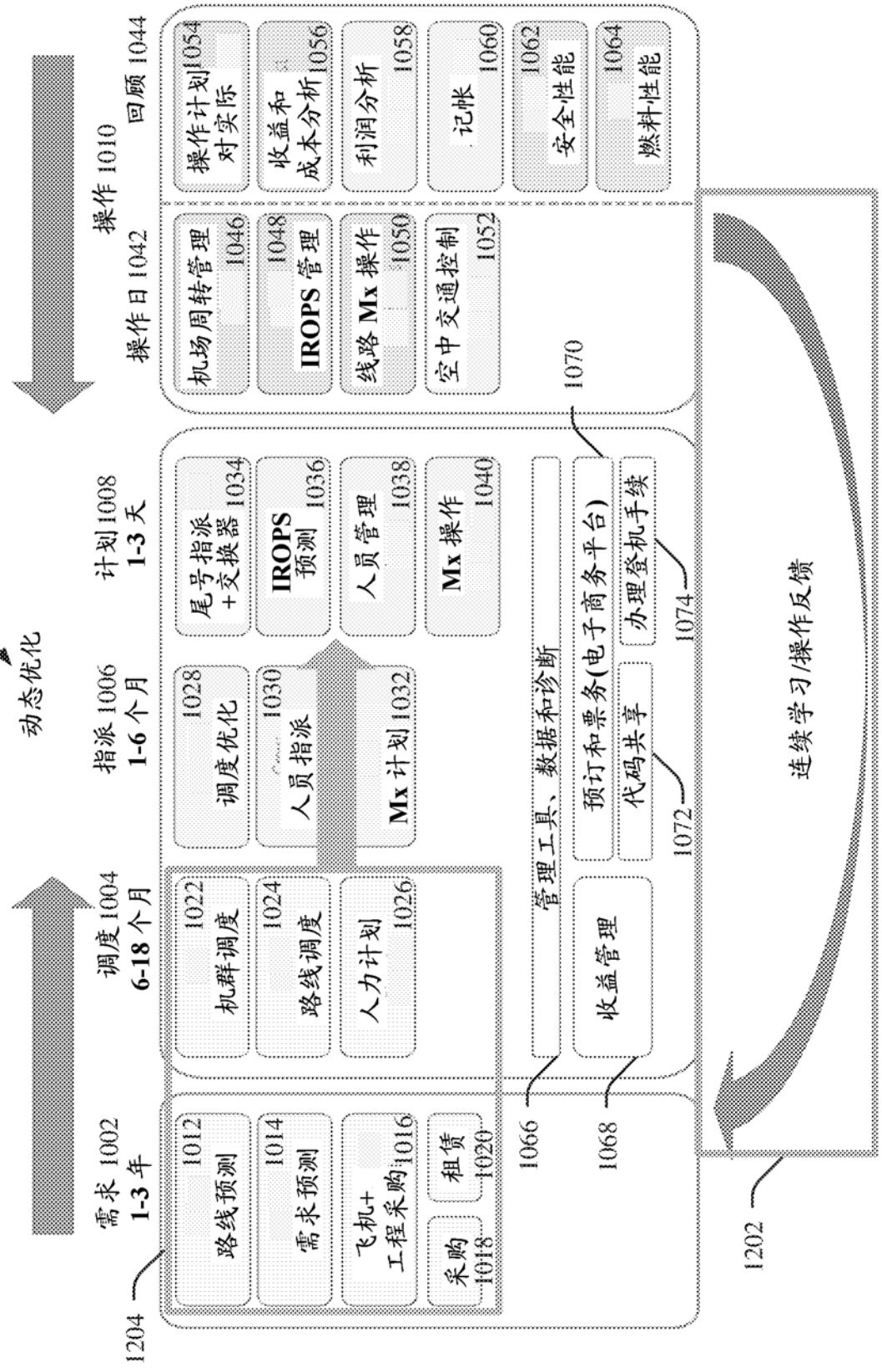

1000
动态优化
需求 1002
1-3 年
调度 1004
6-18 个月
指派 1006
1-6 个月
计划 1008
1-3 天
操作 1010
操作日 1042
回顾 1044
1012 路线预测
1014 需求预测
飞机+ 工程采购 1016
采购 1018
租赁 1020
1022 机群调度
1024 路线调度
人力计划 1026
1028 调度优化
1030 人员指派
Mx 计划 1032
尾号指派 +交换器 1034
IROPS 预测 1036
人员管理 1038
Mx 操作 1040
机场周转管理 1046
IROPS 管理 1048
线路 Mx 操作 1050
空中交通控制 1052
操作计划 对实际 1054
收益和 成本分析 1056
利润分析 1058
记帐 1060
安全性能 1062
燃料性能 1064
1066
管理工具、数据和诊断
1068
收益管理
1070
预订和票务(电子商务平台)
1072
代码共享
1074
办理登机手续
1202
连续学习/操作反馈
1204

图 12

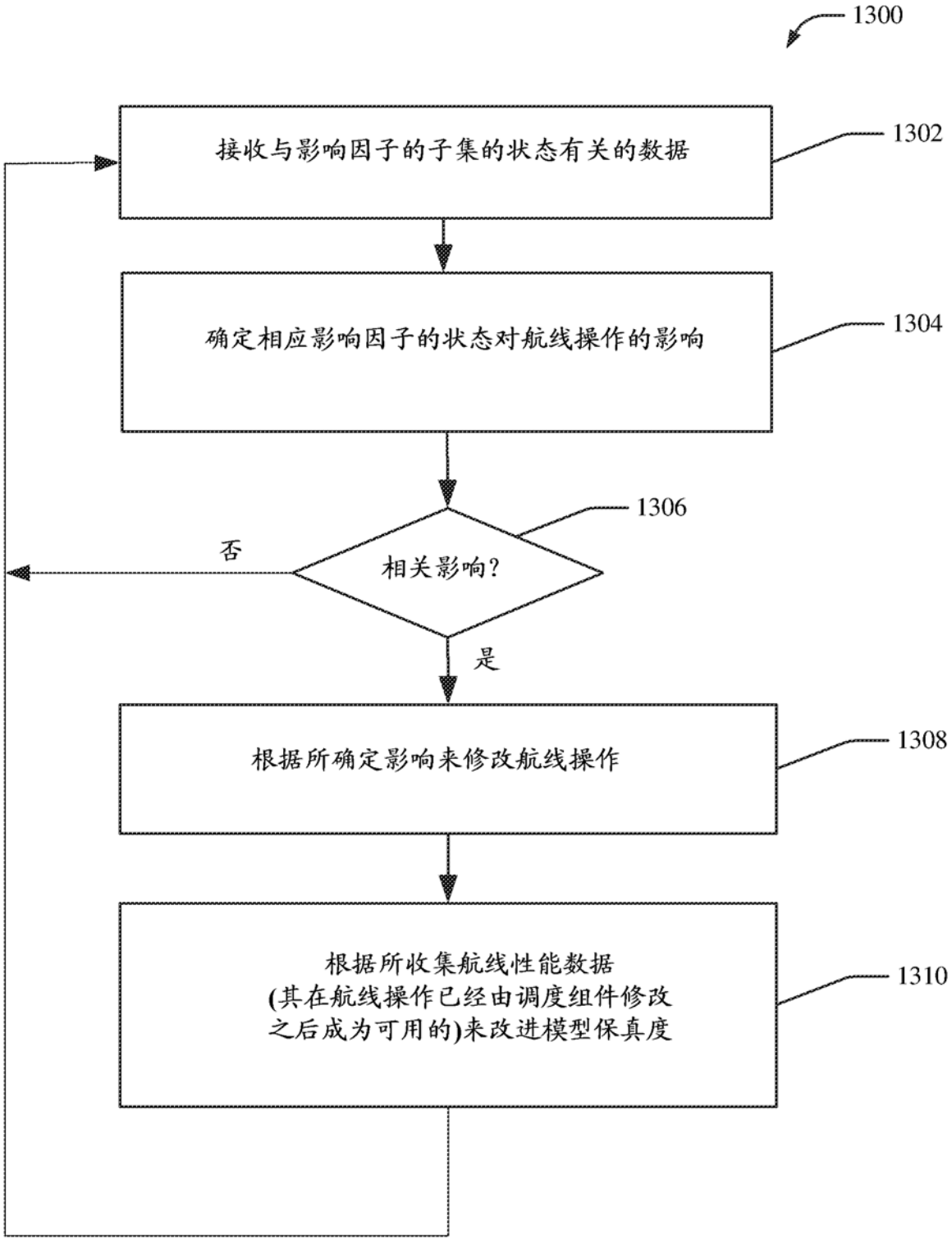

1300
接收与影响因子的子集的状态有关的数据
1302
确定相应影响因子的状态对航线操作的影响
1304
1306
相关影响?
否
是
根据所确定影响来修改航线操作
1308
根据所收集航线性能数据
(其在航线操作已经由调度组件修改
之后成为可用的)来改进模型保真度
1310

图 13

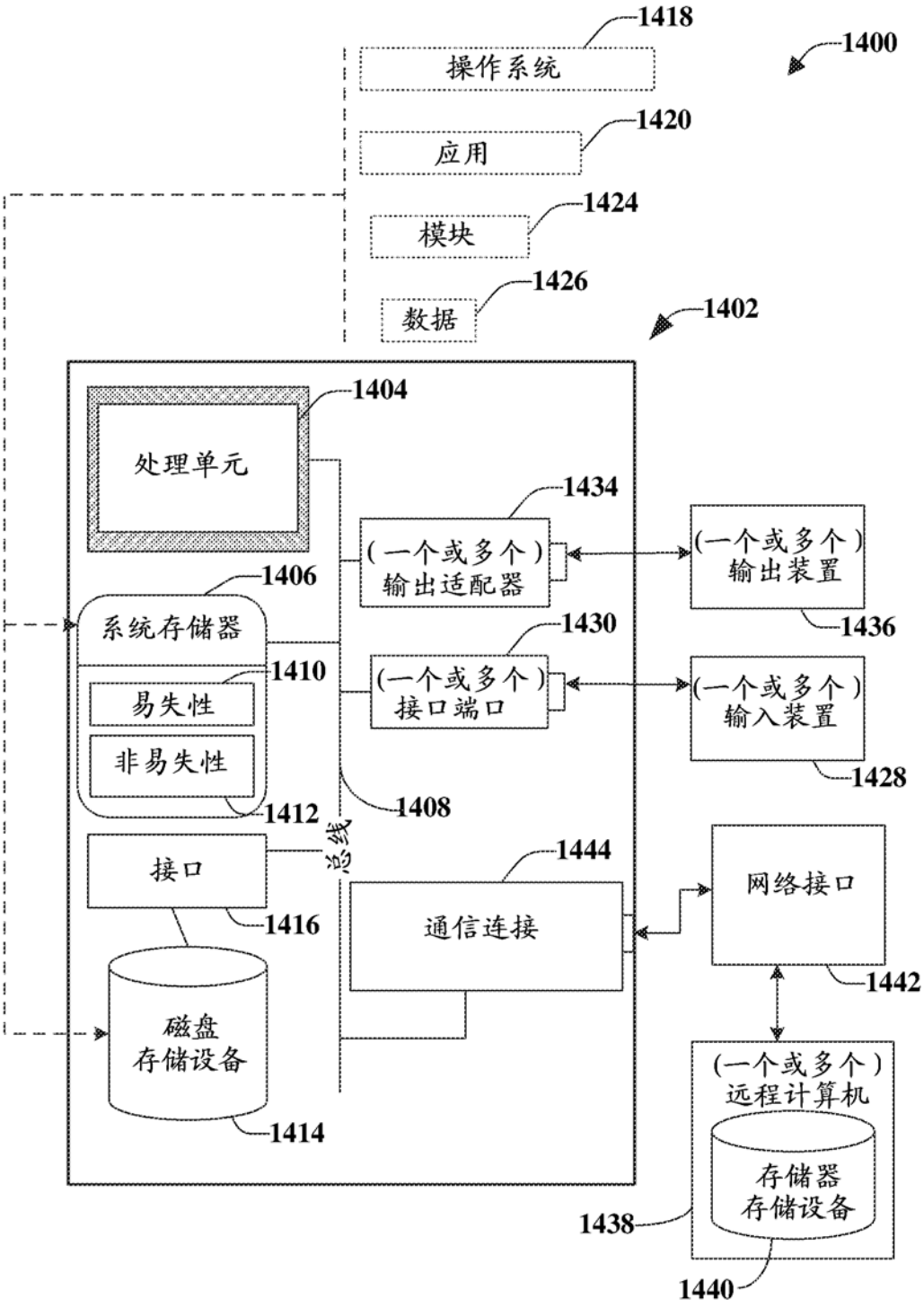

1418
操作系统
1400
1420
应用
1424
模块
1426
数据
1402
1404
处理单元
1434
(一个或多个)
输出适配器
(一个或多个)
输出装置
1436
1406
系统存储器
1430
1410
易失性
(一个或多个)
接口端口
(一个或多个)
输入装置
1428
非易失性
1412
1408
总线
接口
1444
网络接口
1416
通信连接
1442
磁盘
存储设备
(一个或多个)
远程计算机
存储器
存储设备
1438
1414
1440

图 14

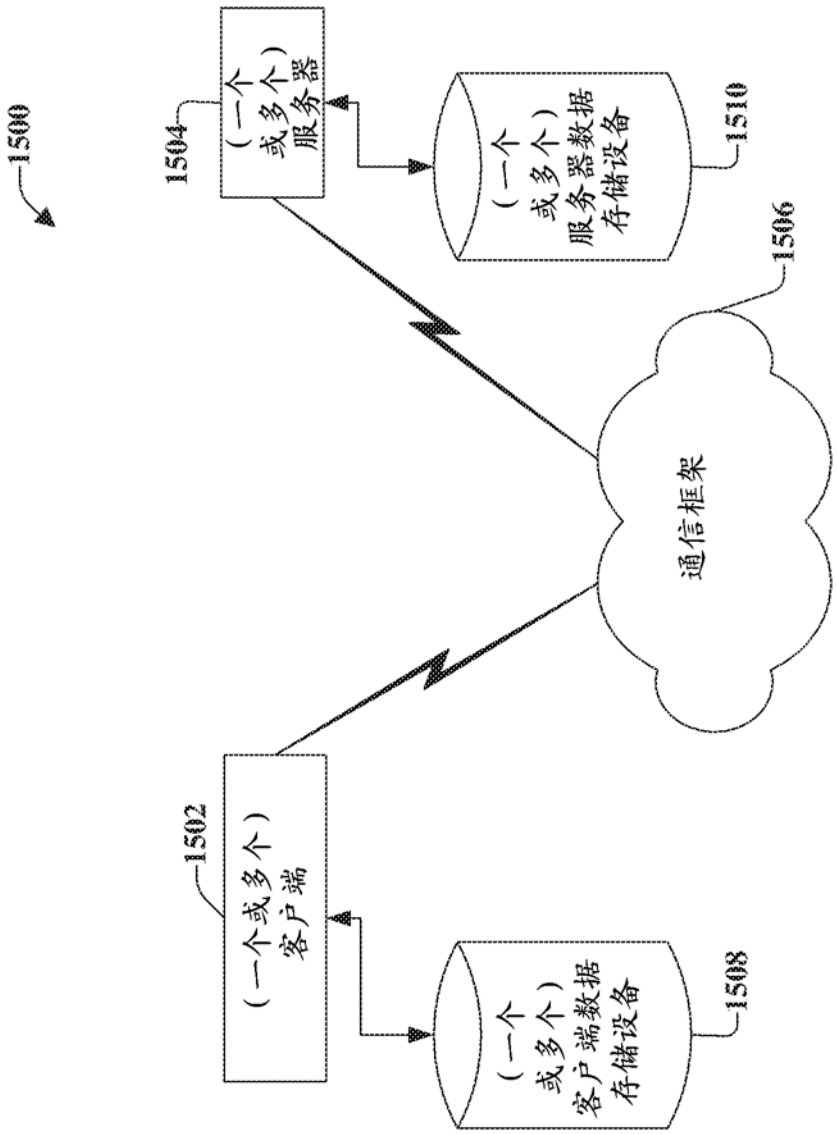

1500
1504
（一个或多个）服务器
（一个或多个）服务器数据存储设备
1510
1506
通信框架
1502
（一个或多个）客户端
（一个或多个）客户端数据存储设备
1508

图 15