(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119138031 A
(43)申请公布日 2024.12.13

(21)申请号 202280095562.1
(22)申请日 2022.11.14
(30)优先权数据
10202250729D 2022.08.12 SG
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.10.30
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2022/049759 2022.11.14
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/035417 EN 2024.02.15
(71)申请人 乐天移动株式会社
地址 日本东京都
(72)发明人 M·路特拉 A·穆罕默德
P·谢特
(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
专利代理师 成城
(51)Int.Cl.
H04W 52/02(2006.01)
H04W 24/02(2006.01)
H04L 41/0823(2006.01)

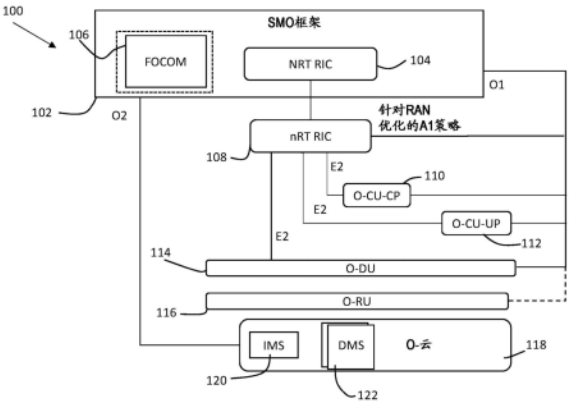
权利要求书3页 说明书12页 附图8页

(54)发明名称

用于实现O-云节点C状态更改的装置和方法

(57)摘要

提供了一种系统和方法,用于修改电信网络的O-云基础设施内的开放云(O-云)节点中的处理器的C状态,以便降低与O-云基础设施内的处理器相关联的功耗,由FOCOM经由O2接口向基础设施管理服务模块IMS发送用于修改O-云节点的处理器的C状态的请求;由IMS经由O2接口接收用于修改O-云节点的处理器的C状态的请求;由IMS控制用于修改O-云节点的处理器的C状态的请求的实现;由IMS经由O2接口向FOCOM发送对O-云节点的处理器的C状态修改的确认。



CN 119138031 A

1.一种管理电信网络的O-云基础设施内的一个或多个开放云O-云节点的功耗的方法,所述方法由至少一个处理器执行,并且包括:

由服务管理编排SMO框架内的联合O-云编排和管理模块FOCOM获取用于修改所述电信网络的所述O-云基础设施内的O-云节点的处理器的C状态的请求;

由所述FOCOM经由O2接口,向基础设施管理服务模块IMS发送用于修改所述O-云节点的所述处理器的所述C状态的请求;

由所述IMS经由所述O2接口,接收用于修改所述O-云节点的所述处理器的所述C状态的所述请求;

由所述IMS控制用于修改所述O-云节点的所述处理器的所述C状态的所述请求的实现;以及

由所述IMS经由所述O2接口,向所述FOCOM发送对所述O-云节点的所述处理器的所述C状态修改的确认。

2.根据权利要求1所述的方法,还包括:

由非实时无线电智能控制器NRT RIC监测通过所述O2接口接收的O-云数据;

分析所述O-云数据,并且基于所述分析来标识所述O-云基础设施内需要修改的所述O-云节点;

向所述FOCOM发送所述O-云节点C状态修改请求。

3.根据权利要求1所述的方法,还包括:

由用户监测通过所述O2接口接收的O-云数据;

分析所述O-云数据,并且基于所述分析来确定所述O-云基础设施内需要变更的所述O-云节点;

向所述FOCOM发送所述O-云节点C状态修改请求。

4.根据权利要求1所述的方法,还包括:

由所述FOCOM向用户和非实时无线智能控制器NRT RIC中的至少一者发送对所述O-云节点的过程的所述C状态修改的确认。

5.根据权利要求2所述的方法,其中通过所述O2接口接收的所述O-云数据包括:处理器利用率和存储器利用率中的至少一者。

6.根据权利要求2所述的方法,还包括:

由所述FOCOM向用户和所述NRT RIC中的至少一者发送对所述O-云节点的过程的所述C状态修改的确认。

7.根据权利要求6所述的方法,其中通过所述O2接口接收的所述O-云数据包括:处理器利用率和存储器利用率中的至少一者。

8.一种用于管理电信网络的O-云基础设施内的一个或多个开放云O-云节点的功耗的系统,所述系统包括:

至少一个存储器,被配置为存储计算机程序代码;以及

至少一个处理器,被配置为访问所述至少一个存储器,并且按照所述计算机程序代码的指令进行操作,所述计算机程序代码包括:

O-云基础设施实现代码,被配置为使所述至少一个处理器实现:(i)服务管理编排SMO框架内的联合O-云编排和管理模块FOCOM,(ii)基础设施管理服务模块IMS,以及(iii)所述

SMO和所述IMS之间的O2接口;

获取代码,被配置为使得所述至少一个处理器通过所述FOCOM获取用于修改所述电信网络的所述O-云基础设施内的O-云节点的处理器的C状态的请求;

发送代码,被配置为使得所述至少一个处理器经由所述O2接口,从所述FOCOM向所述IMS发送用于修改所述O-云节点的所述处理器的所述C状态的请求;

控制代码,被配置为使得所述至少一个处理器通过所述IMS来实现用于修改所述O-云节点的所述处理器的所述C状态的所述请求;以及

发送代码,被配置为使得所述至少一个处理器经由所述O2接口,从所述IMS向所述FOCOM发送对所述O-云节点的所述处理器的所述C状态修改的确认。

9.根据权利要求8所述的系统,其中所述O-云基础设施实现代码还包括:被配置为使得所述至少一个处理器实现非实时无线电智能控制器NRT RIC的代码,并且其中所述计算机程序代码还包括:

监测代码,被配置为使得所述至少一个处理器通过所述NRT RIC经由所述O2接口接收O-云数据;

分析代码,被配置为使得所述至少一个处理器通过所述NRT RIC来分析所述O-云数据,并且基于所述分析来标识所述O-云基础设施内要被修改的所述O-云节点;以及

发送代码,被配置为使得所述至少一个处理器通过所述NRT RIC向所述FOCOM发送所述O-云节点C状态修改请求。

10.根据权利要求8所述的系统,还包括人机接口,所述人机接口被配置为允许用户经由所述O2接口接收和分析O-云数据,并且还允许所述用户向所述FOCOM发送所述O-云节点C状态修改请求。

11.根据权利要求8所述的系统,其中所述O-云基础设施实现代码还包括:被配置为使得所述至少一个处理器实现非实时无线电智能控制器NRT RIC的代码,并且其中所述计算机程序代码还包括发送代码,所述发送代码被配置为使得所述至少一个处理器通过所述FOCOM向用户和所述NRT RIC中的至少一者发送对所述O-云节点的过程的所述C状态修改的确认。

12.根据权利要求9所述的系统,其中通过所述O2接口接收的所述O-云数据包括:处理器利用率和存储器利用率中的至少一者。

13.根据权利要求10所述的系统,其中所述O-云基础设施实现代码还包括:被配置为使得所述至少一个处理器实现非实时无线电智能控制器NRT RIC的代码,并且其中所述计算机程序代码还包括发送代码,所述发送代码被配置为使得所述至少一个处理器由所述FOCOM向所述用户和所述NRT RIC中的至少一者发送对所述O-云节点的过程的所述C状态修改的确认。

14.根据权利要求13所述的方法,其中通过所述O2接口接收的所述O-云数据包括:处理器利用率和存储器利用率中的至少一者。

15.一种非暂态计算机可读介质,其中存储有指令,当所述指令由处理器执行时,使得所述处理器执行管理电信网络的O-云基础设施内的一个或多个开放云O-云节点的功耗的方法,所述方法包括:

由服务管理编排SMO框架内的联合O-云编排和管理模块FOCOM获取用于修改所述电信

网络的所述O-云基础设施内的O-云节点的处理器的C状态的请求;

由所述FOCOM经由O2接口,向基础设施管理服务模块IMS发送用于修改所述O-云节点的所述处理器的所述C状态的请求;

由所述IMS经由所述O2接口,接收用于修改所述O-云节点的所述处理器的所述C状态的所述请求;

由所述IMS控制用于修改所述O-云节点的所述处理器的所述C状态的所述请求的实现;以及

由所述IMS经由所述O2接口,向所述FOCOM发送对所述O-云节点的所述处理器的所述C状态修改的确认。

16.根据权利要求15所述的非暂态计算机可读介质,其中所述方法还包括:

由非实时无线电智能控制器NRT RIC监测通过所述O2接口接收的O-云数据;

分析所述O-云数据,并且基于所述分析来标识所述O-云基础设施内需要修改的所述O-云节点;

向所述FOCOM发送所述O-云节点C状态修改请求。

17.根据权利要求15所述的非暂态计算机可读介质,其中所述方法还包括:

由用户监测通过所述O2接口接收的O-云数据;

分析所述O-云数据,并且基于所述分析来标识所述O-云基础设施内需要变更的所述O-云节点;

向所述FOCOM发送所述O-云节点C状态修改请求。

18.根据权利要求15所述的非暂态计算机可读介质,其中所述方法还包括:

由所述FOCOM向用户和非实时无线智能控制器NRT RIC中的至少一者发送对所述O-云节点的过程的所述C状态修改的确认。

19.根据权利要求16所述的非暂态计算机可读介质,其中通过所述O2接口接收的所述O-云数据包括:处理器利用率和存储器利用率中的至少一者。

20.根据权利要求17所述的非暂态计算机可读介质,其中通过所述O2接口接收的所述O-云数据包括:处理器利用率和存储器利用率中的至少一者。

用于实现O-云节点C状态更改的装置和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请基于并要求于2022年8月12日在新加坡专利局提交的新加坡临时专利申请号10202250729D的优先权,其公开内容在此全文引入作为参考。

技术领域

[0003] 与本公开的示例实施例一致的装置和方法涉及优化分布式网络设备中的过程功耗的方法。

背景技术

[0004] 在相关技术中,无线电接入网络(RAN)是电信系统中的重要组件,因为它将终端用户设备(或用户设备)连接到网络的其它部分。RAN包括将终端用户设备连接到核心网络的各种网络元件(NE)的组合。传统上,特定RAN的硬件和/或软件是供应商特定的。

[0005] 已出现开放RAN(O-RAN)技术以使多个供应商能够向电信系统提供硬件和/或软件。为此,O-RAN将RAN功能分解为集中式单元(CU)、分布式单元(DU)和无线电单元(RU)。CU是用于托管RAN的无线电资源控制(RRC)、服务数据适配协议(SDAP)和/或分组数据汇聚协议(PDCP)子层的逻辑节点。DU是托管RAN的无线电链路控制(RLC)、媒体接入控制(MAC)和物理(PHY)子层的逻辑节点。RU是将来自天线的无线电信号转换为可通过FrontHaul传输到DU的数字信号的物理节点。因为这些实体在它们之间具有开放的协议和接口,所以它们可以由不同的供应商开发。

[0006] 图1是现有技术O-RAN架构的示图,图2是在功能视图中的具有非实时(NRT)RAN智能控制器(RIC)架构的现有技术服务管理和编排(SMO)架构的示图,并且图3是在服务视图中的具有NRT RIC的现有技术SMO架构的示图。参考图1到图3,O-RAN架构中的RAN功能由RIC控制和优化。RIC是软件定义的组件,其实现模块化应用以促进O-RAN系统中所需的多供应商可操作性,以及自动化和优化RAN操作。RIC分为两种类型:NRT RIC和近实时RIC(nRT RIC)。

[0007] NRT RIC是非实时控制回路的控制点,并且在SMO框架内在大于1秒的时间尺度上操作。其功能通过称为rApp(图1-图3中的rApp1,rApp N)的模块化应用来实现,并且包括:跨A1接口提供基于策略的引导和富集,A1接口是实现NRT RIC和nRT RIC之间的通信的接口;执行数据分析;用于RAN优化的人工智能/机器学习(AI/ML)训练和推理;和/或通过O1接口推荐配置管理动作,该O1接口是将SMO连接到RAN管理元件(例如,nRT RIC,O-RAN集中式单元(O-CU),O-RAN分布式单元(O-DU)等)的接口。

[0008] nRT RIC在10毫秒和1秒之间的时间尺度上操作,并且经由E2接口连接到O-DU,O-CU(分解为O-CU控制平面(O-CU-CP)和O-CU用户平面(O-CU-UP))以及开放演进式NodeB(O-eNB)。nRT RIC使用E2接口以通过近实时控制回路来控制底层RAN元件(E2节点/网络功能(NF))。nRT RIC通过策略来监测、暂停/停止、覆盖和控制E2节点(O-CU,O-DU和O-eNB)。例如,nRT在E2节点的激活功能上设置策略参数。此外,nRT RIC托管xApp以实现诸如服务质量

(QoS)优化、移动性优化、切片优化、干扰减轻、负载平衡、安全性等功能。两种类型的RIC一起工作以优化O-RAN。例如,NRT RIC通过A1接口提供由nRT RIC强制执行并用于RAN优化的策略,数据和人工智能(AI)/机器学习(ML)模型,并且nRT返回策略反馈(即,由NRT RIC设置的策略如何工作)。

[0009] NRT RIC位于其中的SMO框架管理和编排RAN元件。具体地,SMO管理和编排被称为O-RAN云(O-云)的内容。O-云是托管RIC、O-CU和O-DU、支持软件组件(例如,操作系统和运行时环境)以及SMO本身的物理RAN节点的集合。换句话说,SMO从内部管理O-云。O2接口是SMO和其驻留的O-云之间的接口。通过O2接口,SMO提供基础设施管理服务(IMS)和部署管理服务(DMS)。

[0010] 每个O-云节点通常包括一个或多个处理器或CPU,并且每个这样的处理器消耗给定量的功率。CPU功率管理的一种已知方法是修改处理器的C状态和P状态。更具体地,通常有两种方式来管理CPU所消耗的功率:(1)通过将CPU的某些子系统(诸如存储器的一个或多个核或特定高速缓存)完全断电来消除所述子系统所消耗的功率(即,通过消除对CPU的相关联子系统的电压供应来减少或关闭某些功能);或者,(2)通过降低CPU(或其一个或多个子系统)的电压和/或频率来降低功耗。在这两个选项中,前者通过修改处理器的“C状态”(也称为“空闲状态”或“空闲功率节省状态”)来实现,而后者通过修改“P状态”(也称为“执行功率节省状态”)来实现。

[0011] 通常,C状态和P状态从零开始编号(例如,C0,C1和P0,P1)。一般惯例是,数目越高,节省的功率就越多。C0意味着不省电,因为一切都通电。同样,P0表示最大性能,因此表示所使用的最大频率、电压和功率。不同的CPU具有不同的C状态和P状态。

[0012] 关于C状态,每个处理器通常具有其自己的单独的C状态集合。作为一个示例,在高级配置和电源接口(ACPI)电源管理规范下定义的基本C状态包括:

[0013] C0:活动,CPU/核心正在执行指令。P状态在此是相关的,CPU/核心可以以其最大性能(因此在P0)或以较低的性能/功率(因此在除P0之外的任何情况下)来操作。

[0014] C1:停止,不执行任何操作,但是它可以瞬间返回到C0。由于它不工作(但停止),P状态与C1或除C0之外的任何Cx无关。

[0015] C2:停止时钟,类似于C1,但是返回到C0需要更长的时间。

[0016] C3:睡眠。它可以返回到C0,但是它将花费相当长的时间。

[0017] 附加地,大多数现代CPU在单个封装中具有多个核。因此,C状态还可以被划分为核心C状态(CC状态)和封装C状态(PC状态)。PC状态的原因是在处理器中存在其他(共享)组件,这些组件也可以在使用它们的所有核被断电之后被断电(例如,共享高速缓存)。然而,用户或程序员通常不能操纵PC状态,因为用户和程序员不直接与封装交互,而是与各个核交互。因此,用户和程序员只能直接影响CC状态,而PC状态则基于核的CC状态被间接影响。

[0018] P状态仅与CPU核处于C0状态有关,因为CPU必须通电以执行代码。P状态允许更改CPU核的电压和频率(换言之,操作点)以降低CPU的功耗。存在对应于不同操作点(电压-频率对)的一组P状态,并且给定的P状态指的是一个这样的操作点。最高(频率和电压)操作点通常是最大性能状态,即,P0。正如C状态一样,不同的CPU具有不同的可用P状态。

[0019] 本公开的示例实施例提供了一种方法和系统,其中通过调整并入到O-云节点中的一个或多个处理器的C状态来管理所述节点的功耗。

[0020] 在相关技术中,包括在O-云节点中的CPU可以以全容量运行,并且因此以全功率运行,即使在节点上发生的业务量不保证这样的操作容量也不保证相关联的功耗,从而导致不必要的和低效的功耗。

发明内容

[0021] 根据实施例,提供了用于修改电信网络的O-云基础设施内的开放云(O-云)节点中的处理器的C状态以便降低与O-云基础设施内的处理器相关联的功耗的系统和方法。

[0022] 根据实施例,一种管理电信网络的O-云基础设施内的一个或多个开放云(O-云)节点的功耗的方法,该方法由至少一个处理器执行,该方法包括:由服务管理编排(SMO)框架内的联合O-云编排和管理模块(FOCOM)获得用于修改电信网络的O-云基础设施内的O-云节点的处理器的C状态的请求;由FOCOM经由O2接口向基础设施管理服务模块IMS发送用于修改O-云节点处理器的C状态的请求;由IMS经由O2接口接收用于修改O-云节点的处理器的C状态的请求;由IMS控制用于修改O-云节点的处理器的C状态的请求的实现;以及由IMS经由O2接口向FOCOM发送对O-云节点的处理器的C状态修改的确认。

[0023] 该方法还可以包括:由非实时无线电智能控制器(NRT RIC)监测通过O2接口接收的O-云数据;分析O-云数据,并且基于该分析来标识在O-云基础设施内要被修改的O-云节点;以及向FOCOM发送O-云节点C状态修改请求。

[0024] 该方法还可以包括:由用户监测通过O2接口接收的O-云数据;分析O-云数据并且基于该分析来标识在O-云基础设施内要被更改的O-云节点;以及向FOCOM发送O-云节点C状态修改请求。

[0025] 该方法还可以包括由FOCOM向用户和非实时无线电智能控制器(NRT RIC)中的至少一者发送对O-云节点的过程的C状态修改的确认。

[0026] 通过O2接口接收的O-云数据可以包括处理器利用率和存储器利用率中的至少一者。

[0027] 根据一个实施例,一种用于管理电信网络的O-云基础设施内的一个或多个开放云(O-云)节点的功耗的系统包括:至少一个存储器,其被配置为存储计算机程序代码;以及至少一个处理器,该至少一个处理器被配置为访问所述至少一个存储器并且按照所述计算机程序代码所指示地操作,所述计算机程序代码包括:O-云基础设施实现代码,其被配置为使至少一个处理器实现:(i)服务管理编排(SMO)框架内的联合O-云编排和管理模块(FOCOM),(ii)基础设施管理服务模块(IMS),以及(iii)SMO和IMS之间的O2接口;获得代码,其被配置为使至少一个处理器通过FOCOM获得用于修改电信网络的O-云基础设施内的O-云节点的处理器的C状态的请求;发送代码,其被配置为使至少一个处理器经由O2接口从FOCOM向IMS发送请求,以修改O-云节点的处理器的C状态;控制代码,其被配置为使至少一个处理器通过IMS实现用于修改O-云节点的处理器的C状态的请求;以及发送代码,其被配置为使至少一个处理器经由O2接口从IMS向FOCOM发送对O-云节点的处理器的C状态修改的确认。

[0028] O-云基础设施实现代码还可以包括:被配置为使至少一个处理器实现非实时无线电智能控制器(NRT RIC)的代码,并且其中计算机程序代码还可以包括:监测代码,其被配置为使至少一个处理器通过所述NRT RIC经由O2接口来接收O-云数据;分析代码,其被配置为使至少一个处理器通过NRT RIC来分析O-云数据,并且基于该分析,标识要在O-云基础设

施内修改的O-云节点;以及发送代码,其被配置为使至少一个处理器通过NRT RIC向FOCOM发送O-云节点C状态修改请求。

[0029] 该系统还可以包括人机接口,其被配置为允许用户经由O2接口接收和分析O-云数据,并且还允许用户向FOCOM发送O-云节点C状态修改请求。

[0030] O-云基础设施实现代码还可以包括被配置为使至少一个处理器实现非实时无线电智能控制器(NRT RIC)的代码,并且其中计算机程序代码还包括发送代码,其被配置为使至少一个处理器通过FOCOM向用户和NRT RIC中的至少一者发送对O-云节点的过程的C状态修改的确认。

[0031] 根据一个实施例,提供了一种其中存储有指令的非暂态计算机可读介质,该指令在由处理器执行时使得处理器执行管理电信网络的O-云基础设施内的一个或多个开放云(O-云)节点的功耗的方法,该方法包括:由服务管理编排(SMO)框架内的联合O-云编排和管理模块(FOCOM)获得用于修改电信网络的O-云基础设施内的O-云节点的处理器的C状态的请求;由FOCOM经由O2接口向基础设施管理服务模块IMS发送用于修改O-云节点的处理器C状态的请求;由IMS经由O2接口接收用于修改O-云节点的处理器的C状态的请求;由IMS控制用于修改O-云节点的处理器的C状态的请求的实现;由IMS经由O2接口向FOCOM发送对O-云节点的处理器的C状态修改的确认。

[0032] 其中存储有指令的非暂态计算机可读介质,该指令在由处理器执行时可以使处理器执行以下附加操作:由非实时无线电智能控制器(NRT RIC)监测通过O2接口接收的O-云数据;分析O-云数据,并且基于分析来标识在O-云基础设施内要被修改的O-云节点;以及向FOCOM发送O-云节点C状态修改请求。

[0033] 其中存储有指令的非暂态计算机可读介质,该指令在由处理器执行时可以使处理器执行以下附加操作:由用户监测通过O2接口接收的O-云数据;分析该O-云数据,并且基于该分析来标识要在所述O-云基础设施内被更改的O-云节点;以及向FOCOM发送O-云节点C状态修改请求。

[0034] 其中存储有指令的非暂态计算机可读介质,该指令在由处理器执行时可以使处理器执行以下附加操作:由FOCOM向用户和非实时无线电智能控制器(NRT RIC)中的至少一者发送对O-云节点的过程的C状态修改的确认。

[0035] 其它方面将在以下描述中部分地阐述,并且部分地将从描述中显而易见,或可通过实践所呈现的本公开的实施例来实现。

附图说明

[0036] 下面将参照附图描述本公开的某些示例性实施例的特征,方面和优点,其中相同的附图标记表示相同的元件,并且其中:

[0037] 图1是根据一个实施例的O-RAN架构的示图。

[0038] 图2是在功能视图中的具有非实时(NRT)RAN智能控制器(RIC)架构的现有技术服务管理和编排(SMO)框架的示图。

[0039] 图3是在服务视图中的具有NRT RIC的现有技术SMO框架的示图。

[0040] 图4是根据一个实施例的O-RAN架构的示图。

[0041] 图5是根据一个实施例的用于修改一个或多个O-云节点处理器的C状态的方法的

序列图。

[0042] 图6是根据一个实施例的用于O-RAN中的功率管理的方法的流程图。

[0043] 图7是其中可以实现本文描述的系统和/或方法的示例环境的图;

[0044] 图8是根据一个实施例的设备的示例组件的示图。

具体实施方式

[0046] 示例性实施例的以下详细描述参考附图。上述公开内容提供了说明和描述,但并不旨在穷举或将实现限制为所公开的精确形式。根据上述公开内容,修改和变化是可能的,或者可以从实现的实践中获得修改和变化。此外,一个实施例的一个或多个特征或组件可并入另一实施例(或另一实施例的一个或多个特征)中或与另一实施例(或另一实施例的一个或多个特征)组合。附加地,在以下提供的操作的流程图和描述中,应当理解,可以省略一个或多个操作,可以添加一个或多个操作,可以同时(至少部分地)执行一个或多个操作,并且可以切换一个或多个操作的顺序。

[0047] 显然,本文描述的系统和/或方法可以以不同形式的硬件、固件或硬件和软件的组合来实现。用于实现这些系统和/或方法的实际专用控制硬件或软件代码不是对实现的限制。因此,这里不参考特定软件代码来描述系统和/或方法的操作和行为。应当理解,软件和硬件可以被设计为基于本文的描述来实现系统和/或方法。

[0048] 即使在权利要求中列举和/或在说明书中公开了特征的特定组合,这些组合并不旨在限制可能实现的公开。实际上,这些特征中的许多特征可以以未在权利要求中具体叙述和/或在说明书中公开的方式组合。虽然下面列出的每个从属权利要求可以直接依赖于仅一个权利要求,但是可能实现的公开包括与权利要求集中的每个其他权利要求结合的每个从属权利要求。

[0049] 这里使用的元件、动作或指令不应被解释为关键的或必要的,除非明确地这样描述。此外,如本文所用,冠词“一”和“一个”旨在包括一个或多个项,并且可与“一个或多个”互换使用。在仅意指一个项的情况下,使用术语“一个”或类似语言。此外,如在此使用的,术语“有”,“具有”,“有着”,“包括”,“包括有”等旨在是开放式术语。此外,短语“基于”旨在表示“至少部分地基于”,除非另有明确说明。此外,诸如“[A]和[B]中的至少一者”或“[A]或[B]中的至少一者”的表述应理解为仅包括A、仅包括B、或包括A和B两者。

[0050] 示例实施例提供了用于开放无线电接入网(O-RAN)中的功率管理的系统(以及方法,设备,网络等)。特别地,系统可以通过获得指示O-RAN云(O-云)节点的业务级别的参数来监视O-RAN。指示业务级别的参数可以包括O-云节点的中央处理单元(CPU)使用、O-云节点的存储器使用、O-云节点的磁盘吞吐量等。系统可以从O-云服务器获得参数。可以由NRT RIC从O2遥测收集和分析参数。

[0051] 基于所获得的参数,系统可以确定所收集的O-云节点的参数中的至少一个参数是否满足预定的修改条件。预定修改条件可以包括基于以下的条件:O-云节点的CPU使用率低于CPU使用率百分比阈值,O-云节点的存储器使用率低于存储器使用率百分比阈值,O-云节点的磁盘吞吐量低于磁盘吞吐量使用率百分比阈值,和/或这些条件的组合。基于确定所收集的参数中的至少一个参数满足预定修改条件,系统可以更改O-云节点内的处理器的C状态。

[0052] 该系统可以包括服务管理和编排(SMO)框架的联合O-云编排和管理(FOCOM)控制器,并且该系统可以基于针对FOCOM控制器配置的预定义修改策略来确定至少一个参数满足修改条件。系统可以备选地或附加地包括用于SMO的非实时(NRT)RAN智能控制器(RIC),并且NRT RIC可被配置为执行上述操作。

[0053] 基于确定至少一个参数满足预定修改条件并且在更改O-云节点处理器的C状态之前,系统可以向O-云节点通知O-云节点被确定为经受处理器C状态更改。在这种情况下,O-云节点处理器的C状态可以在预定的宽限期之后更改,该预定的宽限期大约在O-云节点被通知时开始。备选地,系统可以执行O-云节点处理器的C状态的非宽限修改,而不提供O-云节点处理器的C状态被确定为被修改的通知。此外,系统可以在O-云节点被去激活之前终止在O-云节点上运行的至少一个应用。

[0054] 因此,通过如这里所公开的那样监视O-RAN,可以通过在有限使用或不使用的情况下更改C状态O-云节点处理器来降低功耗。

[0055] 图1是根据一个实施例的O-RAN架构100的示图。O-RAN架构100可以包括SMO框架102,SMO框架102包括NRT RIC 104和FOCOM控制器106。O-RAN架构100可以包括近实时(nRT)RIC 108、O-RAN集中式单元(O-CU)控制平面(O-CU-CP)110、O-CU用户平面(O-CU-UP)112、O-RAN分布式单元(O-DU)114、O-RAN无线电单元(O-RU)116和O-RAN云(O-云)服务器118。O-云服务器118可以包括基础设施管理服务(IMS)模块120和部署管理服务(DMS)模块122。如图1所示,FOCOM控制器106可以被配置为从O-云服务器118获得指示O-云节点的业务性能的参数。即,NRT RIC 104可以将预定义的关闭策略推送到FOCOM控制器106。

[0056] 图4是根据一个实施例的O-RAN架构400的示图。O-RAN架构400类似于O-RAN架构100,除了NRT RIC 404被配置为推动C状态修改动作外。此外,O-RAN架构400包括fronthaul(FH)M平面450,其包括O-CU 410和O-DU 414,以及与FH M平面450连接的O-RU 416。在这样的实施例中,NRT RIC 404可以直接从O-云服务器418获得指示O-云节点的处理器利用率的参数,并且可以被配置为基于这些参数来确定O-云节点处理器C状态的修改。NRT RIC 404可以被配置为确定O-云节点处理器C状态的修改,而不用实现诸如用FOCOM控制器406实现的策略的策略。NRT RIC 404可以被配置为将C状态修改操作推送到IMS模块420。

[0057] 图5示出了根据一个实施例的用于修改一个或多个O-云节点的处理器的C状态的方法的序列图。图5中的O-RAN架构的关键组件类似于根据图1的组件。

[0058] 参考图5,用于实现一个或多个O-云节点处理器的C状态的修改的方法可以由诸如遥测指示一个或多个O-云节点处理器正以低于预定阈值的水平被使用的事件,或者来自非RAN源(例如,O1接口和/或O2接口数据)的输入来触发。

[0059] 在图5中,用于实现一个或多个O-云节点处理器的C状态的修改的方法可以由用户对SMO的手动请求或由SMO内的NRT-RIC的一个或多个rApp启动。

[0060] 参考图5,该启动被示为O-云节点分析过程,并标记O-云节点重新配置程序的开始。根据O-云节点分析过程的启动基于由用户或NRT-RIC监测通过O2接口接收的O-云数据,分析O-云数据,以及基于该分析,确定要在O-云基础设施内重新配置的至少一个O-云节点处理器。

[0061] 为此,在SMO内的NRT-RIC启动该方法的情况下,NRT-RIC中的一个或多个rApp执行如上所述的O-云节点分析过程。

[0062] 在一个示例实施例中,分析可以基于与至少一个O-云节点的使用有关的O2接口遥测数据(例如,诸如处理器负载,存储器使用等的O-云数据)之间的比较。基于该分析,NRT-RIC(例如,NRT-RIC的一个或多个rApp)确定重新配置多个O-云节点中的至少一个O-云节点(即,NRT-RIC为至少一个O-云节点启动O-云重新配置程序)。

[0063] 根据O-云重新配置程序,在操作501中,在一个示例实施例中,NRT-RIC(例如,NRT-RIC的一个或多个rApp)收集并分析O2遥测(例如,诸如处理器负载,存储器使用等的O-云数据),并在多个O-云节点中标识满足针对处理器C状态修改的某些预定义标准的一个或多个O-云节点,并进一步标识适当的C状态修改以针对每个所标识的C云节点来实现。在另一示例实施例中,操作501由云维护者(例如,用户)来执行。

[0064] 在操作502中,在一个示例实施例中,SMO(即,FOCOM)从云维护者(例如,用户)获得用于将期望的C状态应用于与操作501中标识的O-云节点相关联的处理器的请求。在操作502中,在另一示例实施例中,FOCOM基于如上所述的O-云分析过程的结果从NRT-RIC获得用于重新配置至少一个O-云节点的请求。

[0065] 在操作503中,FOCOM基于如上所述的确定或规范,经由O2接口向IMS发送重新配置请求。,重新配置请求包括针对要重新配置的每个O-云节点的、要被重新配置的每个O-云节点的标识和应用于每个这种O-云节点的处理器C状态。可以对操作501中标识的每个O-云节点重复操作503。

[0066] 在操作504中,在经由O2接口接收到FOCOM重新配置请求时,IMS将处理器C状态更改为要重新配置的每个O-云节点的期望C状态。从O-云节点BIOS启用O-云节点处理器C状态的更改。

[0067] 在操作505中,对于每个相应的O-云节点,IMS通知SMO完成了O-云节点C状态修改。在一个示例实施例中,IMS经由O2接口向FOCOM发送重新配置确认。

[0068] 还参考操作505,在一个示例实施例中,在NRT-RIC已订阅IMS通知的情况下,IMS经由O2接口向NRT-RIC通知O-云节点的状态(即,重新配置的(多个)O-云节点的状态)。在操作506中,SMO向云维护者和NRT RIC通知O-云节点C状态修改被完成。在另一示例实施例中,IMS可以经由O2接口向FOCOM和NRT-RIC通知重新配置的完成。

[0069] 参照图5,当在操作501中标识的所有O-云节点的C状态完成时,用于实现一个或多个O-云节点的处理器C状态的修改的方法结束。

[0070] 图6是根据一个实施例的用于O-RAN中的功率管理的方法的流程图。在操作601中,云维护者(例如,用户)或经由NRT RIC的rApp基于诸如CPU利用率、存储器利用率等的O2遥测的分析来标识要置于低功率模式的一组O-云节点。在操作602中,云维护者或经由NRT RIC的rApp触发SOM(例如,FOCOM)来将在操作601中标识的O-云节点的处理器置于期望的C状态。在操作603中,FOCOM使用O2 IMS服务请求IMS更改在操作601中标识的O-云节点中的处理器的C状态。可以对每个标识的O-云节点重复操作603。在一个备选实施例中,FOCOM请求作为批量发送到IMS。在操作604中,IMS将所标识的O-云节点中的处理器的C状态更改为期望的C状态。在操作605中,IMS通知SMO在操作603中所请求的O-云节点C状态更改被完成。在操作606中,SMO通知云维护者和/或NRT RIC在操作602中触发的O-云节点C状态更改被完成。

[0071] 图7是其中可实现本文所述的系统和/或方法的示例环境700的示图。如图7所示,

环境700可以包括用户设备710、平台720和网络730。环境700的设备可以经由有线连接、无线连接或有线和无线连接的组合来互连。在实施例中,以上参考图7描述的任何功能和操作可以由图7所示的元件的任何组合来执行。

[0072] 用户设备710包括能够接收、生成、存储、处理和/或提供与平台720相关联的信息的一个或多个设备。例如,用户设备710可以包括计算设备(例如,台式计算机,膝上型计算机,平板计算机,手持计算机,智能扬声器,服务器等)、移动电话(例如,智能电话,无线电话等)、可穿戴设备(例如,一对智能眼镜或智能手表)或类似设备。在一些实现中,用户设备710可以从平台720接收信息和/或向平台720发送信息。

[0073] 平台720包括能够接收、生成、存储、处理和/或提供信息的一个或多个设备。在一些实现中,平台720可以包括云服务器或一组云服务器。在一些实现中,平台720可被设计为模块化的,使得某些软件组件可根据特定需要而被换入或换出。这样,平台720可以被容易地和/或快速地重新配置用于不同的用途。

[0074] 在一些实现中,如图所示,平台720可被托管在云计算环境722中。值得注意的是,虽然本文描述的实现将平台720描述为托管在云计算环境722中,但是在一些实现中,平台720可以不是基于云的(即,可以在云计算环境之外实现)或者可以是部分基于云的。

[0075] 云计算环境722包括托管平台720的环境。云计算环境722可以提供不需要终端用户(例如,用户设备710)知道托管平台720的(多个)系统和/或(多个)设备的物理位置和配置的计算、软件、数据访问、存储等服务。如图所示,云计算环境722可以包括一组计算资源724(统称为“计算资源724”并且单独地称为“计算资源724”)。

[0076] 计算资源724包括一个或多个个人计算机、计算设备集群、工作站计算机、服务器设备或其它类型的计算和/或通信设备。在一些实现中,计算资源724可以托管平台720。云资源可以包括在计算资源724中执行的计算实例、在计算资源724中提供的存储设备、由计算资源724提供的数据传送设备等。在一些实现中,计算资源724可经由有线连接、无线连接或有线和无线连接的组合与其它计算资源724通信。

[0077] 如图7中进一步所示,计算资源724包括一组云资源,诸如一个或多个应用(“APP”)724-1、一个或多个虚拟机(“VM”)724-2、虚拟化存储(“VS”)724-3、一个或多个虚拟机管理程序(“HYP”)724-4等。

[0078] 应用程序724-1包括可提供给用户设备710或由用户设备710访问的一个或多个软件应用程序。应用程序724-1可以消除在用户设备710上安装和执行软件应用程序的需要。例如,应用程序724-1可以包括与平台720相关联的软件和/或能够经由云计算环境722提供的任何其他软件。在一些实现中,一个应用724-1可以经由虚拟机724-2向/从一个或多个其它应用724-1发送/接收信息。

[0079] 虚拟机724-2包括执行类似物理机器的程序的机器(例如,计算机)的软件实现。虚拟机724-2可以是系统虚拟机或过程虚拟机,这取决于虚拟机724-2对任何真实机器的使用和对应程度。系统虚拟机可提供支持完整操作系统(“OS”)的执行的完整系统平台。过程虚拟机可以执行单个程序,并且可以支持单个过程。在一些实现中,虚拟机724-2可以代表用户(例如,用户设备710)来执行,并且可以管理云计算环境722的基础设施,诸如数据管理、同步或长持续时间数据传输。

[0080] 虚拟化存储724-3包括使用计算资源724的存储系统或设备内的虚拟化技术的一

个或多个存储系统和/或一个或多个设备。在一些实现中,在存储系统的上下文中,虚拟化的类型可以包括块虚拟化和文件虚拟化。块虚拟化可以指逻辑存储从物理存储的抽象(或分离),使得可以访问存储系统而不考虑物理存储或异构结构。分离可以允许存储系统的管理员在管理员如何为终端用户管理存储方面具有灵活性。文件虚拟化可以消除在文件级访问的数据与物理地存储文件的位置之间的依赖性。这可以实现对存储使用、服务器合并和/或非破坏性文件迁移的性能的优化。

[0081] 管理程序724-4可提供允许多个操作系统(例如,“客户操作系统”)在主机计算机(诸如计算资源724)上并发执行的硬件虚拟化技术。管理程序724-4可以向客户操作系统呈现虚拟操作平台,并且可以管理客户操作系统的执行。各种操作系统的多个实例可以共享虚拟化的硬件资源。

[0082] 网络730包括一个或多个有线和/或无线网络。例如,网络730可以包括蜂窝网络(例如,第五代(5G)网络,长期演进(LTE)网络,第三代(3G)网络,码分多址(CDMA)网络等)、公共陆地移动网络(PLMN)、局域网(LAN)、广域网(WAN)、城域网(MAN)、电话网络(例如,公共交换电话网络(PSTN))、专用网络、自组织网络、内联网、因特网、基于光纤的网络等和/或这些或其他类型的网络的组合。

[0083] 图7中所示的设备和网络的数目和布置被提供作为一个示例。实际上,与图7所示的设备和/或网络相比,可以存在更多的设备和/或网络、更少的设备和/或网络、不同的设备和/或网络、或不同布置的设备和/或网络。此外,图7所示的两个或多个设备可以在单个设备内实现,或者图7所示的单个设备可以实现为多个分布式设备。附加地或备选地,环境700的一组设备(例如,一个或多个设备)可以执行被描述为由环境700的另一组设备执行的一个或多个功能。

[0084] 图8是设备800的示例组件的示图。设备800可以对应于用户设备710和/或平台720。如图8所示,设备800可以包括总线810、处理器820、存储器830、存储组件840、输入组件850、输出组件860和通信接口870。

[0085] 总线810包括允许设备800的组件之间的通信的组件。处理器820可以用硬件、固件或硬件和软件的组合来实现。处理器820可以是中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、加速处理单元(APU)、微处理器、微控制器、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)、专用集成电路(ASIC)或另一类型的处理组件。在一些实现中,处理器820包括能够被编程以执行功能的一个或多个处理器。在一些实现中,处理器820是具有多个核的单个处理器。存储器830包括随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)和/或存储供处理器820使用的信息和/或指令的另一类型的动态或静态存储设备(例如,闪存,磁存储器和/或光存储器)。

[0086] 存储组件840存储与设备800的操作和使用相关的信息和/或软件。例如,存储组件840可以包括硬盘(例如,磁盘,光盘,磁光盘和/或固态盘)、压缩盘(CD)、数字多功能盘(DVD)、软盘、盒式磁带、磁带和/或其它类型的非暂态计算机可读介质以及对应的驱动器。输入组件850包括允许设备800诸如经由用户输入来接收信息的组件(例如,触摸屏显示器,键盘,小键盘,鼠标,按钮,开关和/或麦克风)。附加地或备选地,输入组件850可以包括用于感测信息的传感器(例如,全球定位系统(GPS)组件,加速度计,陀螺仪和/或致动器)。输出组件860包括提供来自设备800的输出信息的组件(例如,显示器,扬声器和/或一个或多个

发光二极管(LED))。

[0087] 通信接口870包括类收发器组件(例如,收发器和/或单独的接收器和发射器),其使得设备800能够诸如经由有线连接、无线连接或有线和无线连接的组合与其他设备通信。通信接口870可以允许设备800从另一设备接收信息和/或向另一设备提供信息。例如,通信接口870可以包括以太网接口、光学接口、同轴接口、红外接口、射频(RF)接口、通用串行总线(USB)接口、Wi-Fi接口、蜂窝网络接口等。

[0088] 设备800可以执行本文描述的一个或多个过程。设备800可响应于处理器820执行由非暂态计算机可读介质(诸如存储器830和/或存储组件840等)存储的软件指令来执行这些过程。计算机可读介质在本文中被定义为非暂态存储器设备。存储器设备包括单个物理存储设备内的存储器空间或分布在多个物理存储设备上的存储器空间。

[0089] 软件指令可以经由通信接口870从另一计算机可读介质或从另一设备读入到存储器830和/或存储组件840。当被执行时,存储在存储器830和/或存储组件840中的软件指令可以使处理器820执行本文描述的一个或多个过程。

[0090] 附加地或备选地,硬连线电路系统可以代替软件指令或与软件指令组合地使用,以执行本文描述的一个或多个过程。因此,本文描述的实现不限于硬件电路系统和软件的任何特定组合。

[0091] 图8中所示的组件的数目和布置被提供作为一个示例。实际上,设备800可以包括与图8所示的组件相比的更多组件、更少的组件、不同的组件或不同布置的组件。附加地或备选地,设备800的一组组件(例如,一个或多个组件)可以执行被描述为由设备800的另一组组件执行的一个或多个功能。

[0092] 在实施例中,图5至图6的任何一个操作或过程可以通过或使用图1至图4和图7至图8所示的任何一个元件来实现。应当理解,其它实施例不限于此,并且可以在各种不同的架构(例如,裸金属架构,任何基于云的架构或部署架构,诸如Kubernetes,Docker,openstack等)中实现。

[0093] 根据示例实施例,基于诸如CPU使用、存储器使用等的某些操作因素,一个或多个0-云节点被标识为用于修改低功率操作的候选。一旦被标识,0-云控制系统就采取用于更改所标识的每个0-云节点中的一个或多个处理器(或单个处理器的一个或多个核)的C状态的步骤,并且这样做,降低了所标识的0-云节点的功耗。

[0094] 上述公开提供了说明和描述,但并不旨在穷举或将实现限制为所公开的精确形式。根据上述公开内容,修改和变化是可能的,或者可以从实现的实践中获得修改和变化。

[0095] 一些实施例可以涉及处于任何可能的集成技术细节水平的系统、方法和/或计算机可读介质。此外,上述组件中的一个或多个组件可被实现为存储在计算机可读介质上并可由至少一个处理器(和/或可包括至少一个处理器)执行的指令。计算机可读介质可以包括其上具有用于使处理器执行操作的计算机可读程序指令的计算机可读非暂态存储介质(或介质)。

[0096] 计算机可读存储介质可以是可保留和存储供指令执行设备使用的指令的有形设备。计算机可读存储介质可以是,例如但不限于,电子存储设备、磁存储设备、光存储设备、电磁存储设备、半导体存储设备或前述的任何合适的组合。计算机可读存储介质的更具体示例的非穷举列表包括以下:便携式计算机磁盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器

(ROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪存)、静态随机存取存储器(SRAM)、便携式光盘只读存储器(CD-ROM)、数字多功能盘(DVD)、记忆棒、软盘、机械编码的设备(诸如其上记录有指令的槽中的穿孔卡片或凸起结构)以及前述的任何适当组合。本文使用的计算机可读存储介质不能被解释为瞬时信号本身,诸如无线电波或其它自由传播的电磁波、通过波导或其它传输介质传播的电磁波(例如,通过光纤电缆的光脉冲)或通过导线传输的电信号。

[0097] 本文描述的计算机可读程序指令可以从计算机可读存储介质下载到相应的计算/处理设备,或者经由网络(例如,因特网,局域网,广域网和/或无线网络)下载到外部计算机或外部存储设备。网络可以包括铜传输电缆、光传输光纤、无线传输、路由器、防火墙、交换机、网关计算机和/或边缘服务器。每个计算/处理设备中的网络适配器卡或网络接口从网络接收计算机可读程序指令,并转发该计算机可读程序指令以存储在相应计算/处理设备内的计算机可读存储介质中。

[0098] 用于执行操作的计算机可读程序代码/指令可以是汇编指令、指令集架构(ISA)指令、机器指令、机器相关指令、微代码、固件指令、状态设置数据、用于集成电路的配置数据或者以一种或多种编程语言的任意组合编写的源代码或目标代码,该编程语言包括诸如Smalltalk、C++等的面向对象的编程语言,以及诸如“C”编程语言或类似编程语言的过程编程语言。计算机可读程序指令可以完全在用户的计算机上执行、部分在用户的计算机上执行、作为独立的软件包、部分在用户的计算机上执行且部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或服务器上执行。在后一种情况下,远程计算机可以通过任何类型的网络连接到用户的计算机,包括局域网(LAN)或广域网(WAN),或者连接到外部计算机(例如,通过使用因特网服务提供商的因特网)。在一些实施例中,包括例如可编程逻辑电路系统、现场可编程门阵列(FPGA)或可编程逻辑阵列(PLA)的电子电路系统可通过利用计算机可读程序指令的状态信息来使电子电路系统个性化以执行各方面或操作来执行计算机可读程序指令。

[0099] 这些计算机可读程序指令可以被提供给通用计算机、专用计算机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生机器,使得经由计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令创建用于实现在流程图和/或框图的一个或多个框中指定的功能/动作的装置。这些计算机可读程序指令还可以存储在计算机可读存储介质中,该计算机可读存储介质可以指示计算机、可编程数据处理装置和/或其他设备以特定方式起作用,使得其中存储有指令的计算机可读存储介质包括制品,该制品包括实现在流程图和/或框图的一个或多个框中指定的功能/动作的各方面的指令。

[0100] 计算机可读程序指令还可以被加载到计算机、其他可编程数据处理装置或其他设备上,以使得在计算机、其他可编程装置或其他设备上执行一系列操作步骤,从而产生计算机实现的过程,使得在计算机、其他可编程装置或其他设备上执行的指令实现在流程图和/或框图的一个或多个框中指定的功能/动作。

[0101] 附图中的流程图和框图示出了根据各个实施例的系统、方法和计算机可读介质的可能实现的架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个框可以表示微服务、模块、段或指令部分,其包括用于实现指定逻辑功能的一个或多个可执行指令。该方法、计算机系统和计算机可读介质可以包括附加的框、更少的框、不同的框或与图中描绘的那些不同地布置的框。在一些备选的实现方式中,框中指出的功能可以不按照图中指出的顺序发生。例

如,根据所涉及的功能,连续示出的两个框实际上可以同时或基本上同时执行,或者这些框有时可以以相反的顺序执行。还将注意到,框图和/或流程图图示中的每个框以及框图和/或流程图图示中的框的组合可以由执行指定功能或动作或执行专用硬件和计算机指令的组合的、基于专用硬件的系统来实现。

[0102] 显而易见的是,本文描述的系统和/或方法可以以不同形式的硬件、固件或硬件和软件的组合来实现。用于实现这些系统和/或方法的实际专用控制硬件或软件代码不是对实现的限制。因此,本文描述了系统和/或方法的操作和行为,而没有参考特定的软件代码,应当理解,软件和硬件可以被设计成基于本文的描述来实现系统和/或方法。

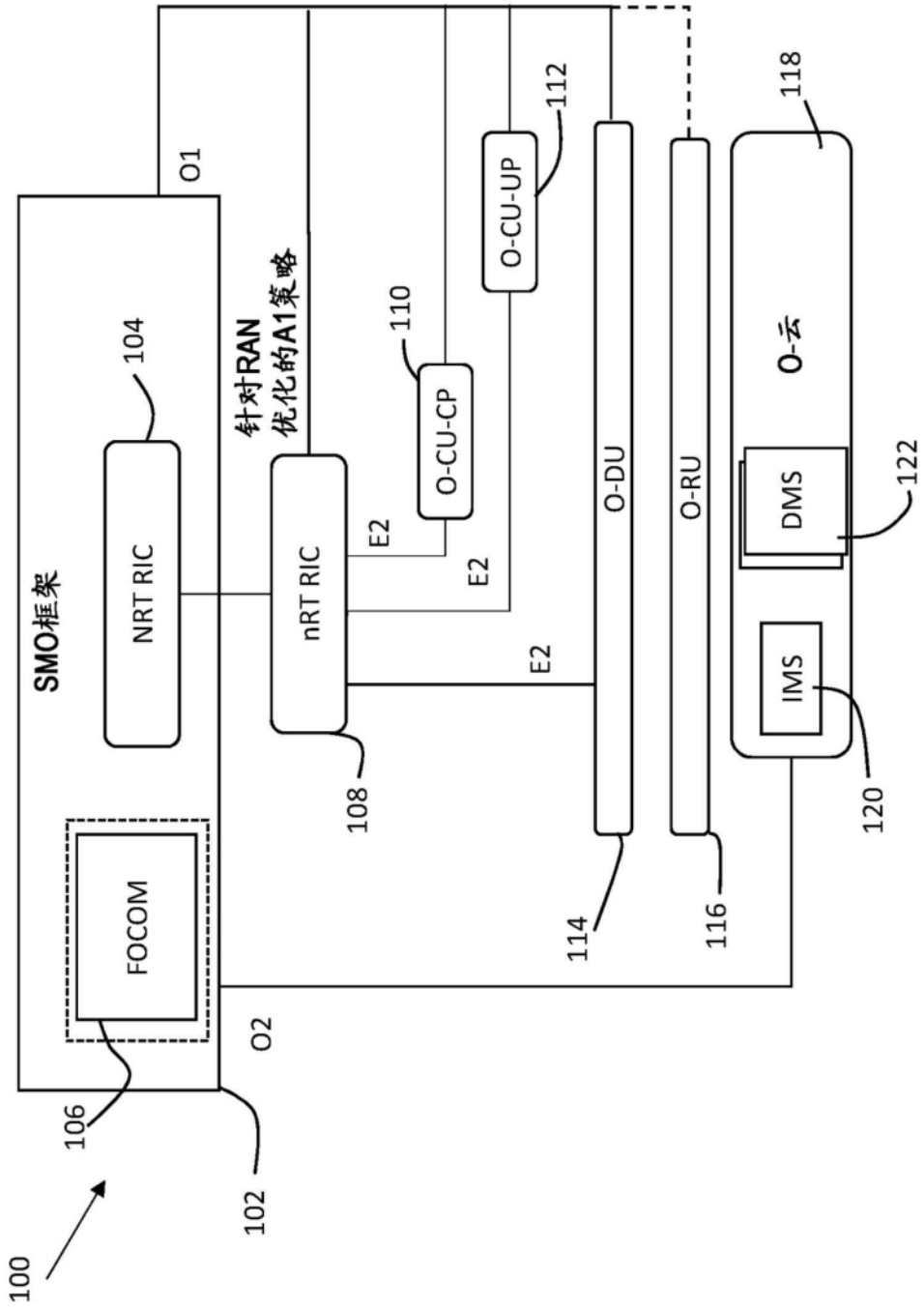

100
102
106
SMO框架
FOCOM
NRT RIC
104
O1
O2
针对RAN
优化的A1策略
nRT RIC
108
E2
O-CU-CP
110
E2
O-CU-UP
112
E2
O-DU
114
O-RU
116
O-云
118
DMS
122
IMS
120

图1

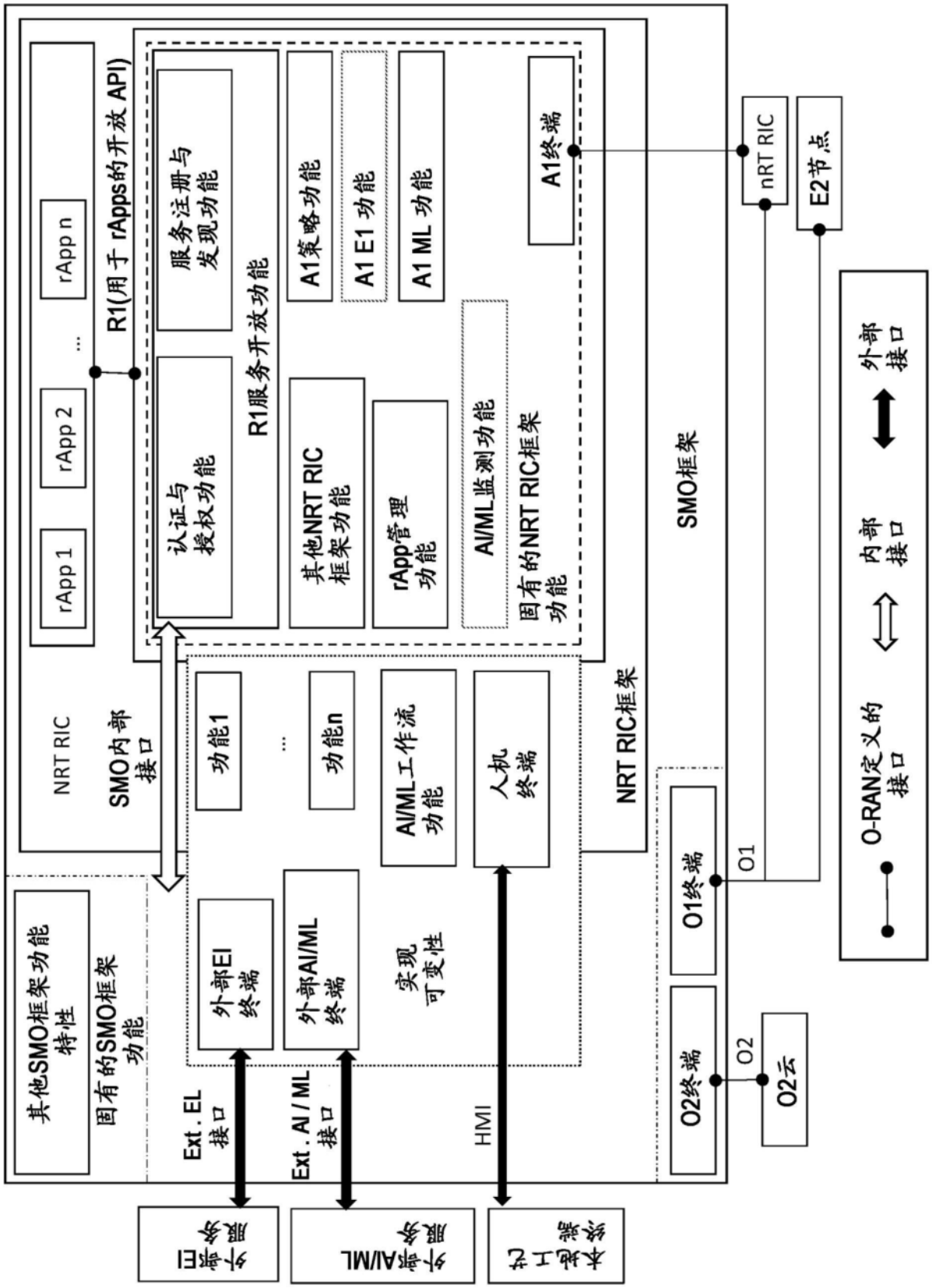

NRT RIC
SMO内部接口
R1(用于 rApps的开放 API)
rApp 1
rApp 2
...
rApp n
R1服务开放功能
认证与授权功能
服务注册与发现功能
其他NRT RIC框架功能
rApp管理功能
AI/ML监测功能
固有的NRT RIC框架功能
A1策略功能
A1 E1 功能
A1 ML 功能
A1终端
nRT RIC
E2节点
SMO框架
NRT RIC框架
功能1
功能n
AI/ML工作流功能
人机终端
其他SMO框架功能特性
固有的SMO框架功能
外部EI终端
外部AI/ML终端
实现可变性
O1终端
O2终端
O1
O2
O2云
Ext . EL 接口
Ext . AI / ML 接口
HMI
O-RAN定义的接口
内部接口
外部接口
外部EI
外部AI/ML
外部HMI

图2

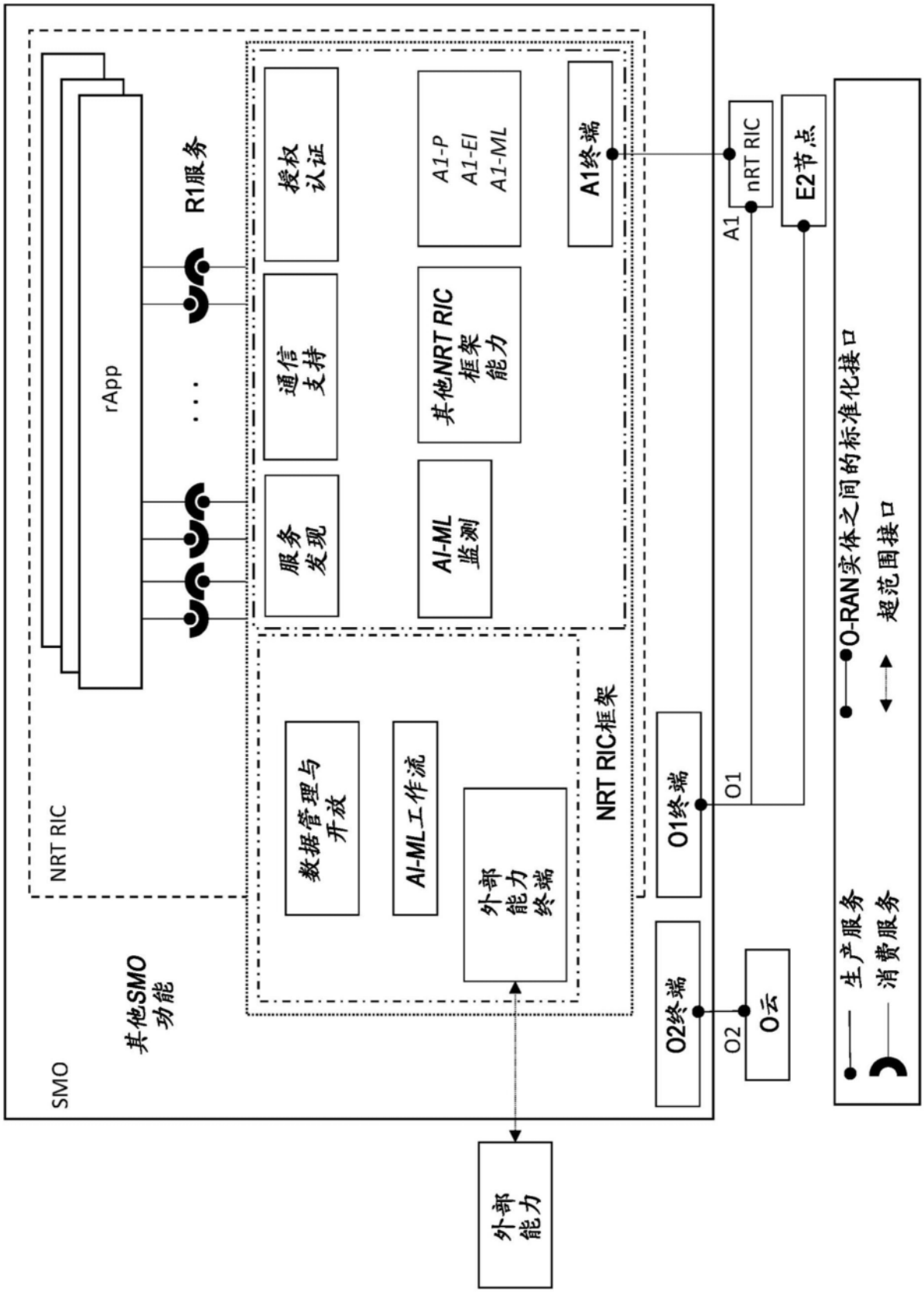

SMO
NRT RIC
其他SMO功能
rApp
R1服务
授权认证
通信支持
服务发现
A1-P
A1-EI
A1-ML
其他NRT RIC框架能力
AI-ML监测
A1终端
NRT RIC框架
数据管理与开放
AI-ML工作流
外部能力终端
O1终端
O2终端
A1
nRT RIC
O1
O2
O云
E2节点
外部能力
O-RAN实体之间的标准化接口
超范围接口
生产服务
消费服务

图3

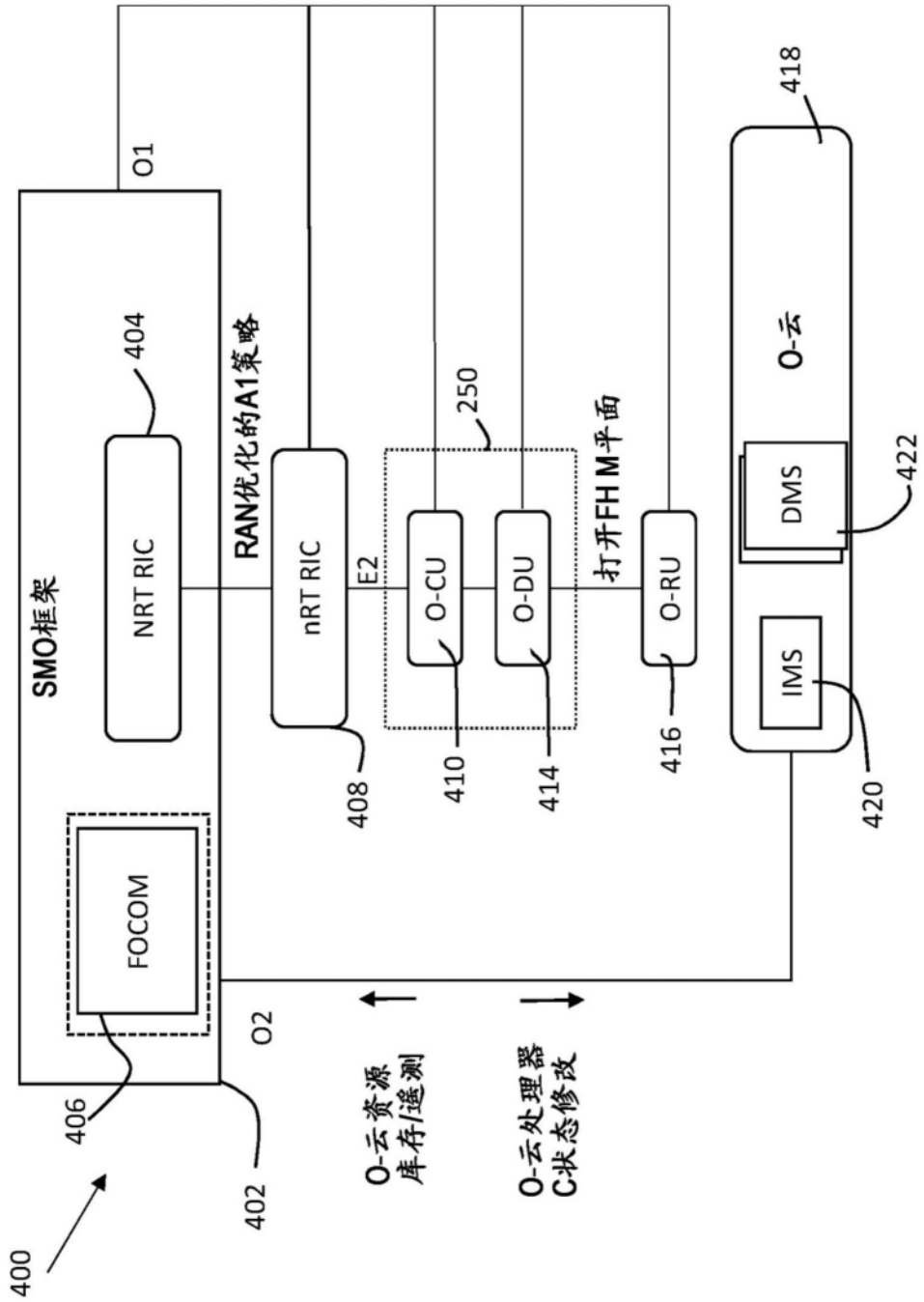

400
402
406
FOCOM
SMO框架
NRT RIC
404
O1
O2
RAN优化的A1策略
nRT RIC
408
E2
250
O-CU
410
O-DU
414
打开FH M平面
O-RU
416
O-云资源
库存/遥测
O-云处理器
C状态修改
O-云
418
DMS
422
IMS
420

图4

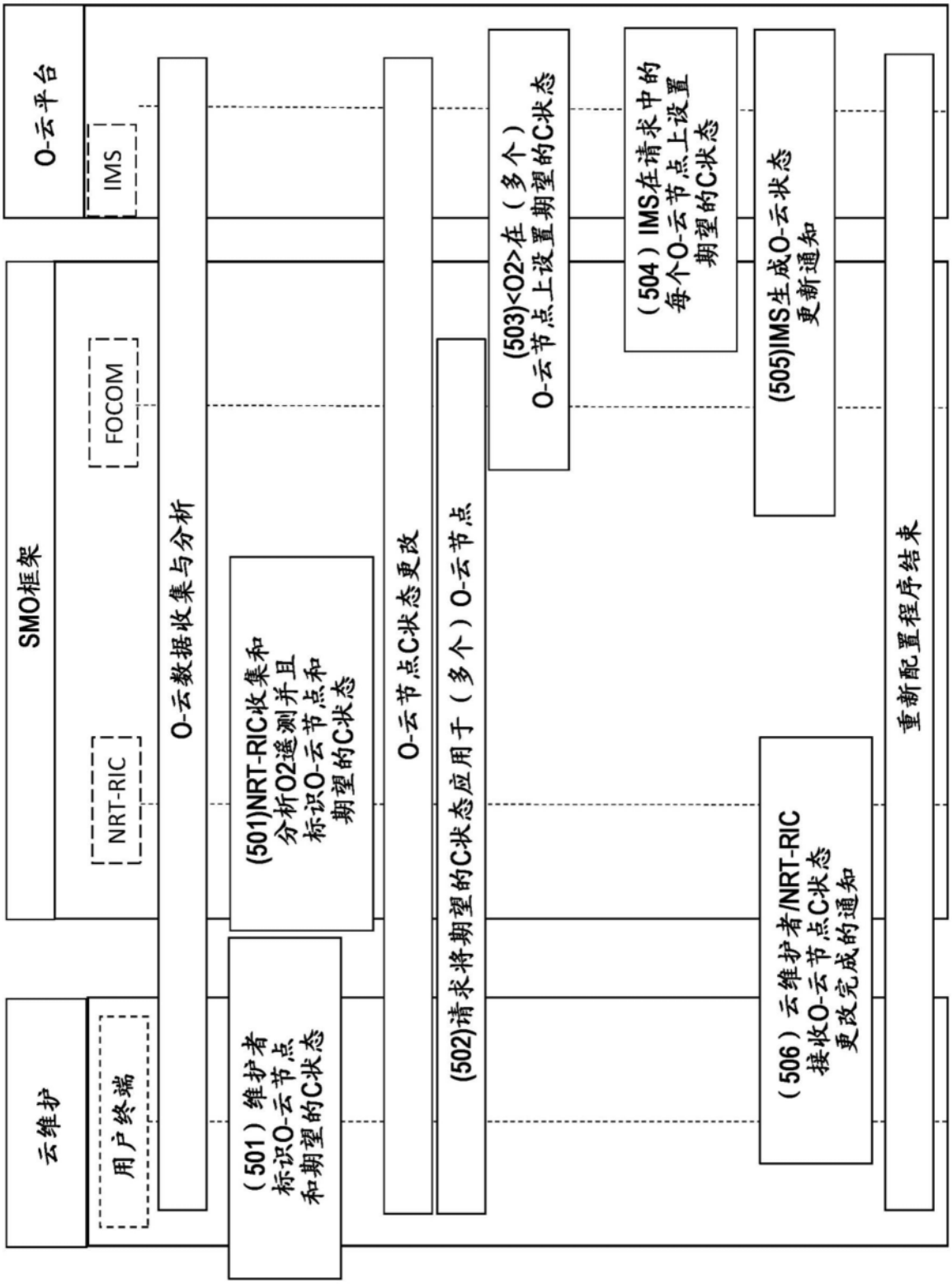

云维护
用户终端
SMO框架
NRT-RIC
FOCOM
O-云平台
IMS
O-云数据收集与分析
（501）维护者
标识O-云节点
和期望的C状态
(501)NRT-RIC收集和
分析O2遥测并且
标识O-云节点和
期望的C状态
O-云节点C状态更改
(502)请求将期望的C状态应用于（多个）O-云节点
(503)<O2>在（多个）
O-云节点上设置期望的C状态
（504）IMS在请求中的
每个O-云节点上设置
期望的C状态
(505)IMS生成O-云状态
更新通知
（506）云维护者/NRT-RIC
接收O-云节点C状态
更改完成的通知
重新配置程序结束

图5

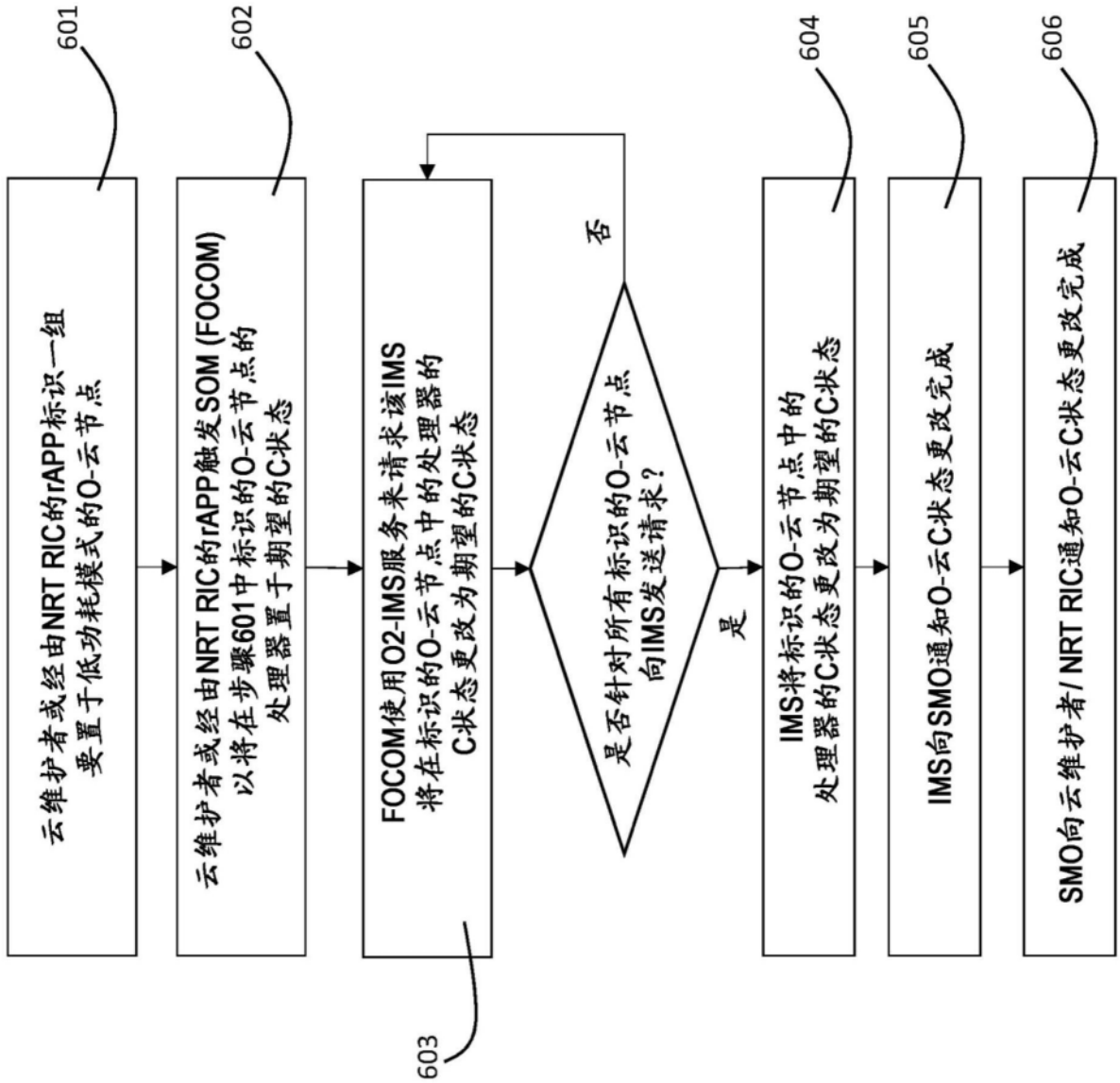

601
云维护者或经由NRT RIC的rAPP标识一组
要置于低功耗模式的O-云节点
602
云维护者或经由NRT RIC的rAPP触发SOM (FOCOM)
以将在步骤601中标识的O-云节点的
处理器置于期望的C状态
603
FOCOM使用O2-IMS服务来请求该IMS
将在标识的O-云节点中的处理器的
C状态更改为期望的C状态
是否针对所有标识的O-云节点
向IMS发送请求?
否
是
604
IMS将标识的O-云节点中的
处理器的C状态更改为期望的C状态
605
IMS向SMO通知O-云C状态更改完成
606
SMO向云维护者/ NRT RIC通知O-云C状态更改完成

图6

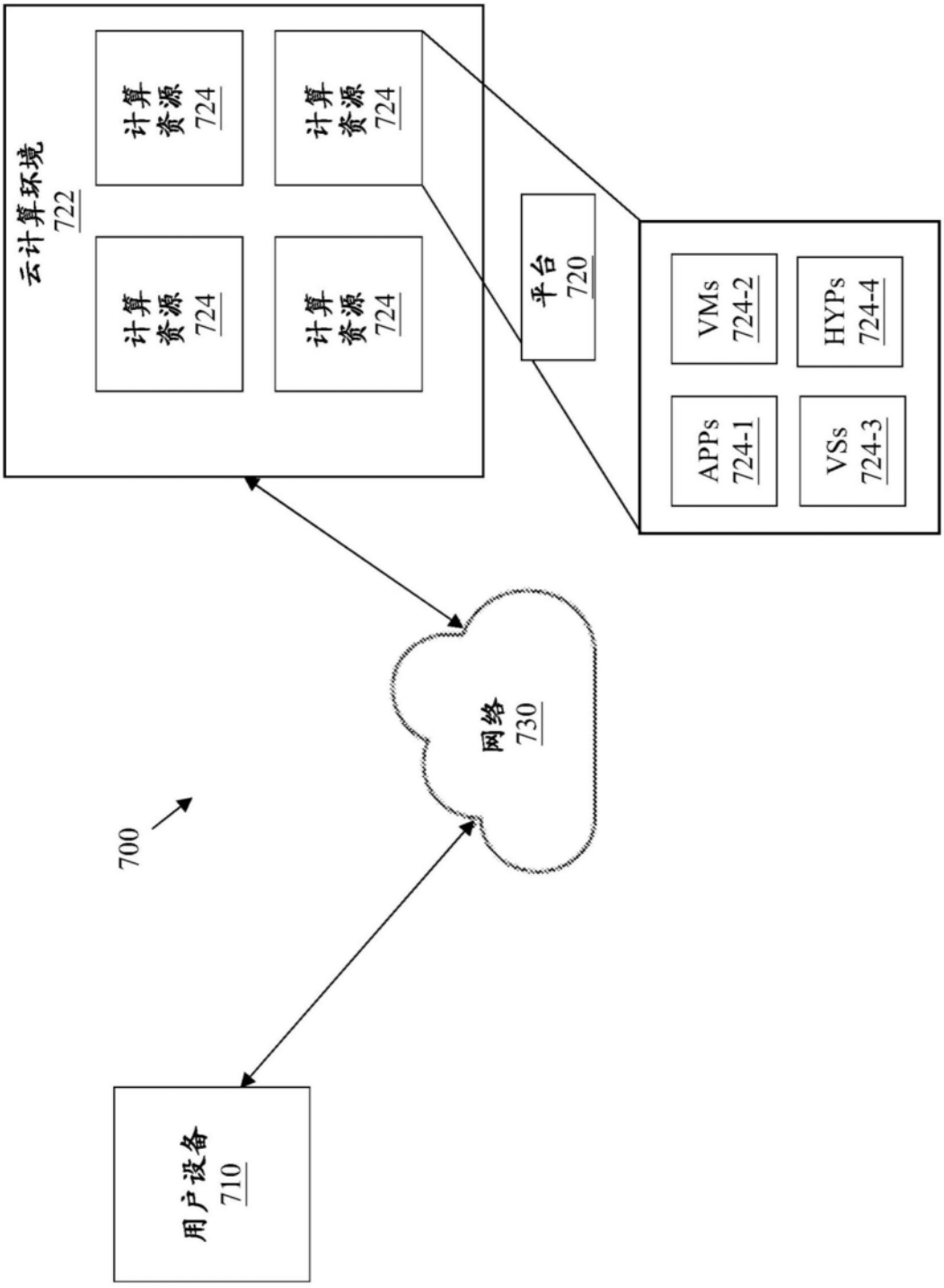

云计算环境
722
计算资源
724
计算资源
724
计算资源
724
计算资源
724
平台
720
VMs
724-2
HYPs
724-4
APPs
724-1
VSs
724-3
网络
730
700
用户设备
710

图7

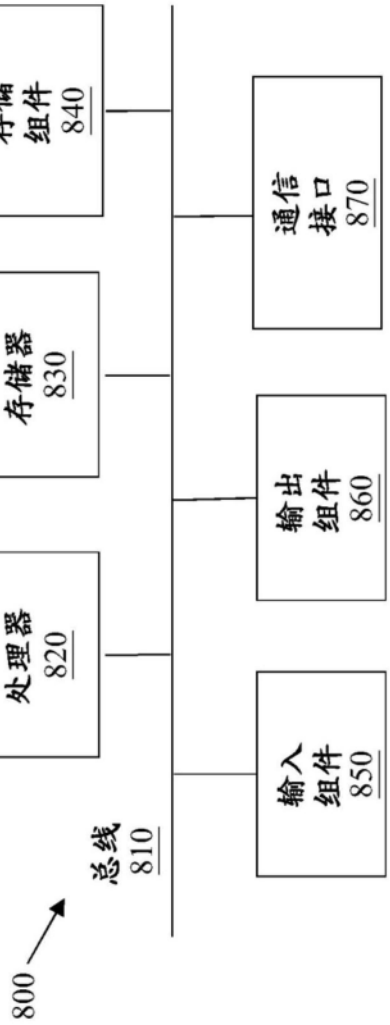


图8