



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114650552 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 08

(21) 申请号 202111546511.X

(22) 申请日 2021.12.16

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114650552 A

(43) 申请公布日 2022.06.21

(30) 优先权数据
20206323 2020.12.17 FI

(73) 专利权人 诺基亚通信公司
地址 芬兰埃斯波

(72) 发明人 A·费基 N·罗特
F·西亚德·穆哈穆德
V·卡普德维埃尔勒 M·S·坎
T·欧瓦达 C·弥海勒索

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

专利代理师 李峥宇

(51) Int.Cl.
H04L 41/16 (2022.01)
H04W 24/02 (2009.01)
H04W 24/06 (2009.01)
H04W 24/08 (2009.01)

(56) 对比文件
US 2019334784 A1, 2019.10.31
US 10616257 B1, 2020.04.07
US 2020236562 A1, 2020.07.23
CN 111709491 A, 2020.09.25
CN 110278121 A, 2019.09.24

审查员 李玉萍

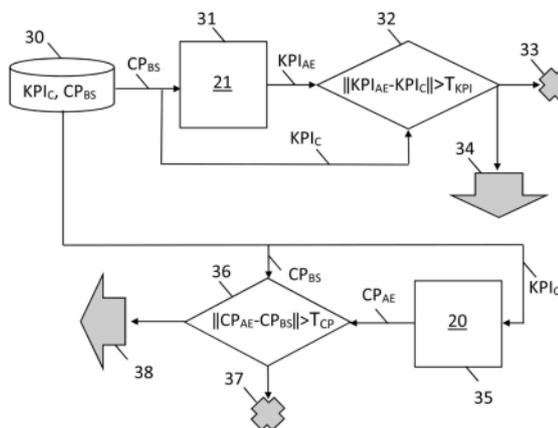
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

用于网络中的异常检测的方法和装置

(57) 摘要

提出了一种用于网络中的异常检测的装置，该装置使用包括编码器和解码器的自动编码器。该装置包括处理器和包括计算机程序代码的存储器，使得该装置执行：-向解码器提供网络配置参数，该网络配置参数被用来获得计算出的网络性能指标，-基于被用来获得计算出的网络性能指标的网络配置参数，从解码器中获得重构的网络性能指标，-将重构的网络性能指标与计算出的网络性能指标进行比较，-当观察到重构的网络性能指标与计算出的网络性能指标之间的偏差时检测到异常，-向编码器提供计算出的网络性能指标，-基于计算出的网络性能指标从编码器获得估计的网络配置参数，-当观察到估计的网络配置参数与被用来获得计算出的网络性能指标的网络配置参数之间的偏差时，检测到异常与该网络配置参数相关。



1. 一种用于网络系统中的异常检测的方法,所述网络系统包括基站(11)和用户设备(10),所述方法使用包括编码器(20)和解码器(21)的自动编码器,所述方法包括:

-向所述解码器提供(31)网络配置参数,所述网络配置参数用来获得计算出的网络性能指标,其中所述基站(11)以所述网络配置参数被配置,并且所述计算出的网络性能指标是基于所述用户设备(10)和/或所述基站(11)处的测量数据来计算的,

-基于所述网络配置参数,从所述解码器(21)获得重构的网络性能指标,

-将重构的所述网络性能指标与计算出的所述网络性能指标相比较(32),

-当观察到重构的所述网络性能指标与计算出的所述网络性能指标之间的偏差时,检测(34)到异常,

-基于计算出的所述网络性能指标从所述编码器获得(35)估计的网络配置参数,

-当观察到估计的所述网络配置参数与用来获得计算出的所述网络性能指标的所述网络配置参数之间的偏差时,检测(36)到所述异常与所述网络配置参数相关;

其中所述自动编码器已经使用已知无异常的数据被训练,以从网络性能指标估计网络配置参数,并且从估计的所述网络配置参数来重建网络性能指标,使得第一误差和第二误差最小化,所述第一误差是在所述网络性能指标与重建的所述网络性能指标之间的误差,所述第二误差是在所述网络配置参数与估计的所述网络配置参数之间的误差。

2. 根据权利要求1所述的方法,包括:

-当观察到所述估计的网络配置参数与用来获得针对给定网络配置参数的计算出的所述网络性能指标的所述网络配置参数之间的偏差时,检测到所述给定网络配置参数正在导致所述异常,

-选择针对所述给定网络配置参数的优选值以优化网络性能,

-基于所述优选值来更改所述网络配置参数。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中选择针对所述给定网络配置参数的优选值包括:

-针对所述给定网络配置参数获取多个候选值,

-通过机器学习来预测针对所述候选值的所述网络性能,

-选择具有最佳网络性能预测的所述候选值。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其中所述网络配置参数是测试配置参数或部署后配置参数。

5. 一种用于训练自动编码器的方法,所述自动编码器用于在根据权利要求1至4中任一项所述的用于异常检测的方法中使用,所述自动编码器使用已知无异常的数据被训练为从网络性能指标来估计网络配置参数并从估计的所述网络配置参数来重构网络性能指标,训练方式为通过使如下项最小化:

-所述网络性能指标与重构的所述网络性能指标之间的第一误差,以及

-所述网络配置参数与估计的所述网络配置参数之间的第二误差。

6. 一种用于网络系统中的异常检测的装置,所述网络系统包括基站(11)和用户设备(10),所述装置使用包括编码器(20)和解码器(21)的自动编码器,所述装置包括至少一个处理器以及至少一个存储器,所述至少一个存储器包括计算机程序代码,所述至少一个存储器和所述计算机程序代码被配置为与所述至少一个处理器一起使所述装置至少执行:

-向所述解码器提供(31)网络配置参数,所述网络配置参数用来获得计算出的网络性

能指标,其中所述基站(11)以所述网络配置参数被配置,并且所述计算出的网络性能指标是基于所述用户设备(10)和/或所述基站(11)处测量的数据来计算的,

- 基于所述网络配置参数,从所述解码器获得重构的网络性能指标,
- 将重构的所述网络性能指标与计算出的所述网络性能指标相比较(32),
- 当观察到重构的所述网络性能指标与计算出的所述网络性能指标之间的偏差时,检测(34)到异常,
- 基于计算出的所述网络性能指标从所述编码器获得(35)估计的网络配置参数,
- 当观察到估计的所述网络配置参数与用来获得计算出的所述网络性能指标的所述网络配置参数之间的偏差时,检测(36)到所述异常与所述网络配置参数相关;

其中所述自动编码器已经使用已知无异常的数据被训练,以从网络性能指标估计网络配置参数,并且从估计的所述网络配置参数来重建网络性能指标,使得第一误差和第二误差最小化,所述第一误差是在所述网络性能指标与重建的所述网络性能指标之间的误差,所述第二误差是在所述网络配置参数与估计的所述网络配置参数之间的误差。

7. 根据权利要求6所述的装置,其中所述至少一个存储器和所述计算机程序代码还被配置为与所述至少一个处理器一起使所述装置至少执行:

- 当观察到估计的所述网络配置参数与用来获得针对给定网络配置参数的计算出的所述网络性能指标的所述网络配置参数之间的偏差时,检测到所述给定网络配置参数正在导致所述异常,
- 选择针对所述给定网络配置参数的优选值以优化网络性能,
- 基于所述优选值来更改所述网络配置参数。

8. 根据权利要求7所述的装置,其中所述装置被配置为通过以下操作来选择针对所述给定网络配置参数的优选值:

- 针对所述给定网络配置参数获取多个候选值,
- 通过机器学习来预测针对所述候选值的所述网络性能,
- 选择具有最佳网络性能预测的所述候选值。

9. 根据权利要求7或8所述的装置,其中所述网络配置参数是测试配置参数或部署后配置参数。

10. 一种用于训练自动编码器的装置,所述自动编码器用于在根据权利要求7至9中任一项所述的用于异常检测的装置中使用,所述装置被配置为使用已知无异常的数据将所述自动编码器训练为从网络性能指标来估计网络配置参数并从估计的所述网络配置参数来重构网络性能指标,训练方式为通过使如下项最小化:

- 所述网络性能指标与重构的所述网络性能指标之间的第一误差,以及
- 所述网络配置参数与估计的所述网络配置参数之间的第二误差。

11. 一种计算机可读存储介质,其上存储有程序代码,所述程序代码被配置为在执行时使装置执行根据权利要求1至5中任一项所述的方法。

用于网络中的异常检测的方法和装置

技术领域

[0001] 各种示例实施例总体上涉及用于网络中的异常检测的方法和装置。

[0002] 具体地,它们应用于移动通信系统的无线电接入网络(RAN),例如使用5G NR(新无线电)作为由3GPP定义的无线电接入技术(RAT)的5G(第五代)系统。

背景技术

[0003] 无线电接入网络包括被配置有网络配置参数的基站,以通过使用无线电接入技术来与一个或多个用户设备在空中进行通信。

[0004] 在无线电接入网络中部署新的基站版本之前,该版本应经过测试和验证阶段。这个测试和验证阶段包括使用测试网络配置参数来配置基站,像客户一样使用商用设备、端到端应用和现实场景来操作网络,测量网络性能指标(KPI),并且优化网络配置参数,以确保在空中条件和客户配置中具有一流的性能。

[0005] 由于各种原因(例如软件问题、设备配置不当……),测试期间可能会出现异常。踪迹作为测试的结果而被收集,其需要被处理以标识异常。对收集到的踪迹进行调查是耗时的,并且从分析、异常标识和反馈给负责建立网络配置的团队的过程是漫长的。

[0006] 此外,当检测到异常时,并不直接确定原因是否与网络配置参数相关。传统上,对网络配置参数执行一种“试错”策略,其中不能保证通过更改网络配置参数、更具体地说是更改哪个(哪些)网络配置参数就可以解决已引发的异常。这通常需要专家干预。

发明内容

[0007] 保护范围由独立权利要求来规定。本说明书中描述的不属于保护范围的实施例、示例和特征(如果有)应被解释为有助于理解落入保护范围的各种实施例或示例的示例。

[0008] 根据第一方面,公开了一种用于网络中的异常检测的方法,其使用包括编码器和解码器的自动编码器,该方法包括:

[0009] -向解码器提供网络配置参数,该网络配置参数被用来获得计算出的网络性能指标,

[0010] -基于网络配置参数,从解码器获得重构的网络性能指标,

[0011] -将重构的网络性能指标与计算出的网络性能指标进行比较,

[0012] -当观察到重构的网络性能指标与计算出的网络性能指标之间的偏差时,检测到异常,

[0013] -基于计算出的网络性能指标从编码器获得估计的网络配置参数,

[0014] -当观察到估计的网络配置参数与被用来获得计算出的网络性能指标的网络配置参数之间的偏差时,检测到异常与该网络配置参数相关。

[0015] 根据第二方面,公开了一种方法,其还包括:

[0016] -当观察估计的网络配置参数与被用来获得针对给定网络配置参数的、计算网络性能指标的网络配置参数之间的偏差时,检测到该给定网络配置参数导致异常,

- [0017] -针对给定网络配置参数选择优选值以优化网络性能，
- [0018] -基于优选值来更改网络配置参数。
- [0019] 根据另一方面，公开了一种用于网络中的异常检测的装置，其使用包括编码器和解码器的自动编码器，该装置包括至少一个处理器和包括计算机程序代码的至少一个存储器，该至少一个存储器和计算机程序代码被配置为与至少一个处理器一起使装置至少执行：
- [0020] -向解码器提供网络配置参数，该网络配置参数被用来获得计算出的网络性能指标，
- [0021] -基于网络配置参数，从解码器获得重构的网络性能指标，
- [0022] -将重构的网络性能指标与计算出的网络性能指标进行比较，
- [0023] -当观察到重构的网络性能指标与计算出的网络性能指标之间的偏差时，检测到异常，
- [0024] -基于计算出的网络性能指标从编码器获得估计的网络配置参数，
- [0025] -当观察到估计的网络配置参数与被用来获得计算出的网络性能指标的网络配置参数之间的偏差时，检测到异常与该网络配置参数相关。
- [0026] 根据另一方面，公开了一种装置，其中至少一个存储器和计算机程序代码还被配置为与至少一个处理器一起使装置至少执行：
- [0027] -当观察到估计的网络配置参数与被用来获得针对给定网络配置参数的计算网络性能指标的网络配置参数之间的偏差时，检测到该给定网络配置参数导致异常，
- [0028] -针对给定网络配置参数选择优选值以优化网络性能，
- [0029] -基于优选值来更改网络配置参数。
- [0030] 根据另一方面，公开了一种包括指令集的计算机程序产品，该指令集在装置上执行时被配置为使该装置执行用于网络中的异常检测的方法，该方法使用包括编码器和解码器的自动编码器，该方法包括：
- [0031] -向解码器提供网络配置参数，该网络配置参数被用来获得计算出的网络性能指标，
- [0032] -基于网络配置参数，从解码器获得重构的网络性能指标，
- [0033] -将重构的网络性能指标与计算出的网络性能指标进行比较，
- [0034] -当观察到重构的网络性能指标与计算出的网络性能指标之间的偏差时检测到异常，
- [0035] -基于计算出的网络性能指标从编码器获得估计的网络配置参数，
- [0036] -当观察到估计的网络配置参数与被用来获得计算出的网络性能指标的网络配置参数之间的偏差时，检测到异常与该网络配置参数相关。
- [0037] 根据另一方面，公开了一种包括指令集的计算机程序产品，该指令集在装置上执行时被配置为使该装置执行用于网络中的异常检测的方法，该方法还包括：
- [0038] -当观察到估计的网络配置参数与被用来获得针对给定网络配置参数的、计算网络性能指标的网络配置参数之间的偏差时，检测到该给定网络配置参数导致异常，
- [0039] -针对给定网络配置参数选择优选值以优化网络性能，
- [0040] -基于优选值来更改网络配置参数。

[0041] 根据另一方面,所公开的计算机程序产品体现为计算机可读介质或可直接加载到计算机中。

[0042] 本公开的一个或多个示例实施例提供一种用于网络中的异常检测的装置,其使用包括编码器和解码器的自动编码器,该装置包括用于以下操作的部件:

[0043] -向解码器提供网络配置参数,该网络配置参数被用来获得计算出的网络性能指标,

[0044] -基于网络配置参数,从解码器获得重构的网络性能指标,

[0045] -将重构的网络性能指标与计算出的网络性能指标进行比较,

[0046] -当观察到重构的网络性能指标与计算出的网络性能指标之间的偏差时,检测到异常,

[0047] -基于计算出的网络性能指标从编码器获得估计的网络配置参数,

[0048] -当观察到估计的网络配置参数与被用来获得计算出的网络性能指标的网络配置参数之间的偏差时,检测到异常与该网络配置参数相关。

[0049] 根据另一个示例实施例,该设备还可以包括用于以下操作的部件:

[0050] -当观察到估计的网络配置参数与被用来获得针对给定网络配置参数的、计算网络性能指标的网络配置参数之间的偏差时,检测到该给定网络配置参数导致异常,

[0051] -针对给定网络配置参数选择优选值以优化网络性能,

[0052] -基于优选值来更改网络配置参数。

[0053] 根据另一方面,公开了一种方法、装置和计算机程序产品,其中为给定网络配置参数选择优选值包括:

[0054] -针对给定网络配置参数获取多个候选值,

[0055] -通过机器学习来预测针对候选值的网络性能,

[0056] -选择具有最佳网络性能预测的候选值。

[0057] 根据另一方面,所公开的方法、装置和计算机程序产品旨在被使用在包括用户设备和基站的系统中,其中基站配置有网络配置参数,并且在用户设备处或在基站处测量网络性能指标。

[0058] 根据所公开的方法、装置和计算机程序产品的另一方面,网络配置参数是测试配置参数或部署后配置参数。

[0059] 根据所公开的方法、装置和计算机程序产品的另一方面,通过将如下内容最小化,自动编码器被训练为从网络性能指标来估计网络配置参数并从估计的网络配置参数来重构网络性能指标:

[0060] -网络性能指标与重构的网络性能指标之间的第一误差,以及-网络配置参数与估计的网络配置参数之间的第二误差。

[0061] 通常,该装置包括用于执行如本文所公开的用于网络中的异常检测的方法的一个或多个或所有步骤的部件。该部件可以包括被配置为执行如本文所公开的用于异常检测的方法的一个或多个或所有步骤的电路系统。该部件可以包括至少一个处理器和包括计算机程序代码的至少一个存储器,其中该至少一个存储器和该计算机程序代码被配置为与该至少一个处理器一起使该装置执行本文公开的用于异常检测的方法的一个或多个或所有步骤。

[0062] 通常,计算机可执行指令/程序代码使装置执行本文公开的用于异常检测的方法的一个或多个或所有步骤。

附图说明

[0063] 从下文给出的详细描述和附图中将更全面地理解示例实施例,附图仅通过说明的方式给出并且因此不限制本公开。

[0064] 图1是使用如本文公开的用于异常检测的方法和装置的系统的示例实施例的示意图。

[0065] 图2是在如本文公开的方法和装置中使用的自动编码器的示例实施例的示意图。

[0066] 图3是用于异常检测的方法的第一示例实施例的框图。

[0067] 图4是用于异常检测的方法的第二示例实施例的框图。

[0068] 图5是用于异常检测的方法的第三示例实施例的示意图。

[0069] 图6是用于异常检测的装置的示例实施例的示意图。

[0070] 应当注意,这些图旨在图示在某些示例实施例中使用的方法、结构和/或材料的一般特性并且对下面提供的书面描述进行补充。然而,这些附图不是按比例绘制的,并且可能无法精确反映任何给定实施例的精确结构或性能特性,并且不应被解释为限定或限制示例实施例所涵盖的值或属性的范围。在各个附图中使用相似或相同的附图标记旨在指示相似或相同的元件或特征的存在。

具体实施方式

[0071] 现在将参考其中示出一些示例实施例的附图更全面地描述各种示例实施例。

[0072] 本文公开了详细的示例实施例。然而,本文公开的具体结构和功能细节仅代表描述示例实施例的目的。然而,示例实施例可以以多种备选形式来体现并且不应被解释为仅限于本文阐述的实施例。因此,虽然示例实施例能够实现各种修改和替代形式,但是这些实施例在附图中以示例的方式示出并且将在本文中详细描述。然而,应当理解,无意将示例实施例限制为所公开的特定形式。

[0073] 图1示出了图示出旨在使用所公开的方法和装置的系统的示意图。该系统包括具有用户设备10和基站11的无线接入网络RAN。它还包括用于异常检测的装置12以及在装置12与基站11之间的接口13。接口13被用于加载基站11中的网络配置参数。

[0074] 装置12可以被用于在部署基站的新版本之前进行测试和验证。它也可以在基站部署之后被用来在现场区分配置问题和产品问题以及优化所部署的基站的网络配置。

[0075] 在这两种实例中,基站11配置有给定网络配置参数 CP_{BS} ,并且场景例如以不同的用户设备或不同的位置运行。作为这些场景的结果,在用户设备10处和/或在基站11处测量数据。基于也被称为踪迹的测量数据来计算网络性能指标 KPI_C 。计算出的网络性能指标 KPI_C 和对应的网络配置参数 CP_{BS} 被提供给装置12。基于计算出的网络性能指标 KPI_C 和对应的网络配置参数 CP_{BS} ,装置12检测异常,并另外检测异常是否与网络配置参数相关。当异常与网络配置参数 CP_{BS} 相关时,通过经由接口13将更新后的网络配置参数 CP_{BS}' 加载到基站11来完成配置更新。

[0076] 网络性能指标的示例是SINR(信号与干扰和噪声比)或RSRP(参考信号接收功率)

度量。网络配置参数的示例是pMax(基站最大输出功率)、prachConfigurationIndex(物理随机接入信道配置索引)、ssbScs(同步信号块子载波间隔)。

[0077] 在第一实施例中,装置12使用机器学习来自动检测异常以及检测异常的原因。它提供了是否需要更改网络配置参数的决定。在第二实施例中,装置12还提供关于哪个(哪些)特定网络配置参数需要被更改的信息。在第三实施例中,装置12还使用机器学习来为需要更改的(多个)特定网络配置参数提供推荐值。它为每个需要更改的网络配置参数预测(多个)网络配置参数的候选值的网络性能,并选择具有最佳网络性能预测的候选值。被选择的候选值然后被用于更新基站11的配置。

[0078] 机器学习允许快速有效地解决异常。分析是自动进行的,而不是通过将测量值与预定义阈值进行比较来“手动”发出警报。这样可以节省大量时间。

[0079] 此外,仅在必要和有用时才更新基站处的网络配置参数。与网络配置参数无关的异常被直接识别并通过传统的根本原因分析功能来处理,以识别异常与哪些因素最相关(例如软件错误)。

[0080] 另外,可以提供关于要更改哪些网络配置参数以及如何更改它们的指导。

[0081] 所公开的机器学习辅助方法使用自动编码器。自动编码器是一种神经网络,其旨在将其输入复制到其输出;更具体地说,自动编码器将其输入压缩成潜在空间表示(latent space representation),然后从潜在空间表示中重构输出。

[0082] 图2是在所公开的方法和装置中使用的自动编码器AE的示例实施例的示意图。如图2中所描绘,自动编码器AE包括编码器20和解码器21。编码器20和解码器21之间的层22被称为潜在空间。编码器20接收网络性能指标 KPI_C 作为输入并应用编码函数 f 来生成被用来获得网络性能指标 KPI_C 的网络配置参数的估计 CP_{AE} 。解码器21接收估计的网络配置参数 CP_{AE} 作为输入并应用解码函数 g 以从估计的网络配置参数 CP_{AE} 来生成重构的网络性能指标 KPI_{AE} 。

[0083] 通过使用例如来自先前测试的已知为无异常的数据,特别是网络性能指标 KPI_C ,以及对应的网络配置参数 CP_{BS} ,来训练自动编码器AE。通过将以下项最小化来同时训练编码器20和解码器21:

[0084] -网络性能指标 KPI_C 与重构的网络性能指标 KPI_{AE} 之间的第一误差,以及

[0085] -网络配置参数 CP_{BS} 与估计的网络配置参数 CP_{AE} 之间的第二误差。

[0086] 使用自动编码器的优点是,它不需要大量标记数据来达到可以随后被用于推理的良好训练的机器模型。

[0087] 一旦自动编码器被训练,它就可以在所公开的方法和装置中以实时的方式与测试数据一起使用。

[0088] 图3是描绘用于基于自动编码器的异常检测方法的第一实施例的框图。在用给定网络配置参数 CP_{BS} 实现测试之后,网络性能指标 KPI_C 被测量并与用于测试的网络配置参数 CP_{BS} 一起被提供给装置12,如上文参考图1所述。在步骤30处,网络配置参数 CP_{BS} 和计算出的网络性能指标 KPI_C 被存储在装置12中。在步骤31处,使网络配置参数 CP_{BS} 输入到装置12的解码器功能21并且解码器功能21生成重构的网络性能指标 KPI_{AE} 。在步骤32处,将重构的网络性能指标 KPI_{AE} 与计算出的测试网络性能指标 KPI_C 进行比较。当它们差不多时(例如,当它们的差异低于第一阈值 T_{KPI})时,在步骤33处做出测试中没有异常的决定。反之,当观察到重构

的网络性能指标 KPI_{AE} 与计算出的网络性能指标 KPI_C 之间存在偏差时,则在步骤34处检测到异常。例如,当重构的网络性能指标 KPI_{AE} 与计算出的网络性能指标 KPI_C 之间的偏差高于第一阈值 T_{KPI} 时,则观察到偏差。接下来的步骤35和36旨在检测异常是否与已被用于测试的网络配置参数相关。

[0089] 在步骤35处,将从测试获得的计算出的网络性能指标输入到装置12的编码器功能20,并且编码器功能20生成与计算出的网络性能指标 KPI_C 相对应的网络配置参数的估计 CP_{AE} 。在步骤36处,将估计的网络配置参数 CP_{AE} 与用于测试的网络配置参数 CP_{BS} 进行比较。当它们差不多时(例如,当它们的差异低于第二阈值 T_{CP} 时),在步骤37处做出检测到的异常与用于测试的网络配置参数无关的决定(例如,它可能与软件错误相关)。相反,当在估计的网络配置参数 CP_{AE} 和用于测试的网络配置参数 CP_{BS} 之间观察到偏差时,在步骤38处检测到异常与用于测试的网络配置参数相关。

[0090] 从上面的描述中可以理解,当实现所公开的方法时,自动编码器AE的两个组件,即已被同时训练的编码器20和解码器21,被分开使用。异常检测通过使用自动编码器AE的解码器21来执行,而自动编码器AE的编码20被用来检测异常是否与用于测试的网络配置参数相关。

[0091] 例如,在步骤32和36处执行的比较分别是网络性能指标和网络配置参数的集合(或向量)的全局比较。图4是描绘所公开的方法的第二实施例的框图,包括附加步骤40和41。附加步骤40旨在检测哪个(哪些)特定参数正在导致异常。例如,这是通过将每个估计的网络配置参数 CPi_{AE} 与对应的用于测试的网络配置参数 CPi_{BS} 进行比较来完成的(其中 $i=1, \dots, M$, M 是参数的总数)。当针对一个或多个给定参数观察到偏差时,在步骤41处做出给定参数导致异常的决定。结果是获得关于在基站配置中更改哪些参数的指导。

[0092] 图5是所公开的方法的第三实施例的框图,包括附加步骤51、52和53。步骤51、52和53旨在为导致异常的给定网络配置参数选择优选值以优化网络性能。在步骤51处,为导致异常的每个给定网络配置参数检索多个候选值 $\{x_1, \dots, x_N\}$ 。例如,多个候选值是从存储在装置12中并包含针对每个网络配置参数的所有可能值的查找表LUT获得的。在步骤52处,使用机器学习方法,例如神经网络,来预测用每个候选值 $\{x_1, \dots, x_N\}$ 将获得的性能 $\{P_1, \dots, P_N\}$ 。例如,这可以通过再次通过解码器21来实现。在步骤53处,选择具有最佳网络性能预测的候选值 x_q ($x_q = \operatorname{argmax}_{1 \leq k \leq N} (Pk)$)。然后通过接口13用所选择的值 x_q 更新基站11,如上文关于图1所述。

[0093] 虽然以顺序方式描述了这些步骤,但是本领域技术人员将理解,可以省略、组合、以不同顺序和/或并行地执行一些步骤。

[0094] 图6描绘了适合于实现本公开的各个方面的装置12的高级框图。尽管以单个框来图示,但在其他实施例中,装置12也可以使用并行和分布式架构来实现。因此,例如,可以使用装置12顺序地、并行地或基于特定实现以不同的顺序来执行诸如在以上参照图3至图5描述的方法中所图示的那些步骤。

[0095] 根据图6中描绘的示例性实施例,装置12包括印刷电路板601,通信总线602在印刷电路板601上连接处理器603(例如,中央处理单元“CPU”)、随机存取存储器604、存储介质611、用于连接显示器606的接口605、用于连接诸如鼠标或触控板608和键盘609之类用户接口设备或模块的一系列连接器607、无线网络接口610和有线网络接口612。取决于所需的功

能性,该装置可以仅实现上述的一部分。图6的某些模块可以在内部或是外部连接的,在这种情况下,它们不一定形成装置本身的组成部分。例如,显示器606可以是仅在特定情形下才连接到装置的显示器,或者可以通过具有显示器的另一个设备来控制该装置,即,这种装置不需要特定的显示器606和接口605。存储器611包含软件代码,当由处理器603执行时,该软件代码使装置执行本文描述的方法。存储介质613是诸如U盘之类的可拆卸设备,它保存可以上传到存储器611的软件代码。

[0096] 处理器603可以是任何类型的处理器,诸如通用中央处理单元(“CPU”)或专用微处理器,诸如嵌入式微控制器或数字信号处理器(“DSP”)。

[0097] 存储器611可以存储包括测量到的性能指标 KPI_C 及其对应的网络配置参数 CP_{BS} 的测试数据、包括估计的网络配置参数 CP_{AE} 和重构的网络性能指标 KPI_{AE} 的估计/重构数据、例如如上所述旨在被用于检测目的的一个或多个阈值的参考数据、包含网络配置参数候选值的查找表LUT,等等。

[0098] 此外,装置12还可以包括通常在计算系统中发现的其他组件,诸如操作系统、队列管理器、设备驱动器或存储在存储器611中并由处理器603执行的一个或多个网络协议。

[0099] 虽然已经参考特定实施例描述了本文的各方面,但是应当理解,这些实施例仅仅是本公开的原理和应用的说明。因此,应当理解,在不脱离基于权利要求及其任何等同物所确定的本公开的精神和范围的情况下,可以对说明性实施例进行多种修改并且可以设计其他布置。

[0100] 例如,本文公开的数据可以被存储在各种类型的数据结构中,这些数据结构可以由使用软件、硬件或其组合所实现的可编程处理器(例如,CPU或FPGA)访问和操纵。

[0101] 本领域技术人员应当了解,本文中的任何框图表示体现本公开的原理的说明性电路的概念视图。类似地,应当了解,任何流程图、流程图表、状态转换图等都表示可以基本上由电路实现的各种过程。

[0102] 每个所描述的功能、引擎、块、步骤可以以硬件、软件、固件、中间件、微代码或其任何合适的组合来实现。如果以软件实现,则功能、引擎、框图和/或流程图的块可以通过计算机程序指令/软件代码来实现,其可以通过计算机可读介质来存储或传输,或被加载到通用目的计算机、专用计算机或其他可编程处理装置和/或系统来生产机器,以使得在计算机或其他可编程处理装置上执行的计算机程序指令或软件代码创建用于实现本文所述功能的部件。

[0103] 在本说明书中,表示为“被配置为执行……的部件”(某个功能)的块应被理解为包括适于执行或被配置为执行某个功能的电路的功能块。因此,被配置为执行特定功能的部件并不暗示这种部件必然执行所述功能(在给定的时刻)。此外,本文中描述为“部件”的任何实体可以对应于或被实现为“一个或多个模块”、“一个或多个设备”、“一个或多个单元”等。当由处理器提供时,这些功能可以由单个专用处理器、单个共享处理器或多个单独处理器来提供,其中一些处理器可以被共享。此外,术语“处理器”或“控制器”的明确使用不应被解释为专指能够执行软件的硬件,而是可以隐含地包括但不限于数字信号处理器(DSP)硬件、网络处理器、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、用于存储软件的只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)和非易失性存储器。常规的或定制的其他硬件也可以被包括在内。它们的功能可以通过程序逻辑的操作、通过专用逻辑、通过程序控制和专用逻辑

的交互来执行,或者甚至可以手动执行,具体技术可以由实施者从上下文中更具体地理解来进行选择。

[0104] 如本文中所使用的,术语“和/或”包括一个或多个相关联的所列项目的任何和所有组合。

[0105] 当一个元件被称为“连接”或“耦合”到另一个元件时,它可以直接连接或耦合到另一个元件或者可以存在中间元件。用于描述元件之间的关系的其他词语应该以类似的方式来进行解释(例如,“在……之间”与“直接在……之间”、“相邻”与“直接相邻”等)。

[0106] 本文中使用的术语仅用于描述特定实施例的目的,并不旨在进行限制。如本文中所使用的,除非上下文另有明确指示,否则单数形式“一”、“一个”和“该”也旨在包括复数形式。将进一步理解,术语“包含”和/或“包括”在本文中使用时指定所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件的存在,但不排除一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或其群组的存在或添加。

[0107] 已经在上文关于本发明的特定实施例描述了益处、其他优点和对问题的解决方案。然而,利益、优点、对问题的解决方案以及可能引起或导致此类利益、优点或解决方案、或导致此类利益、优点或解决方案变得更加明显的(多个)任何元素不得被解释为任何或所有权利要求的关键、必需或基本特征或元素。

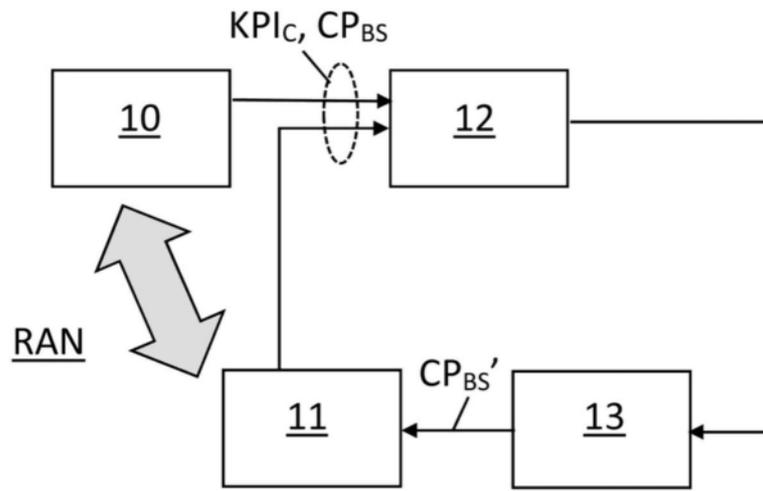


图1

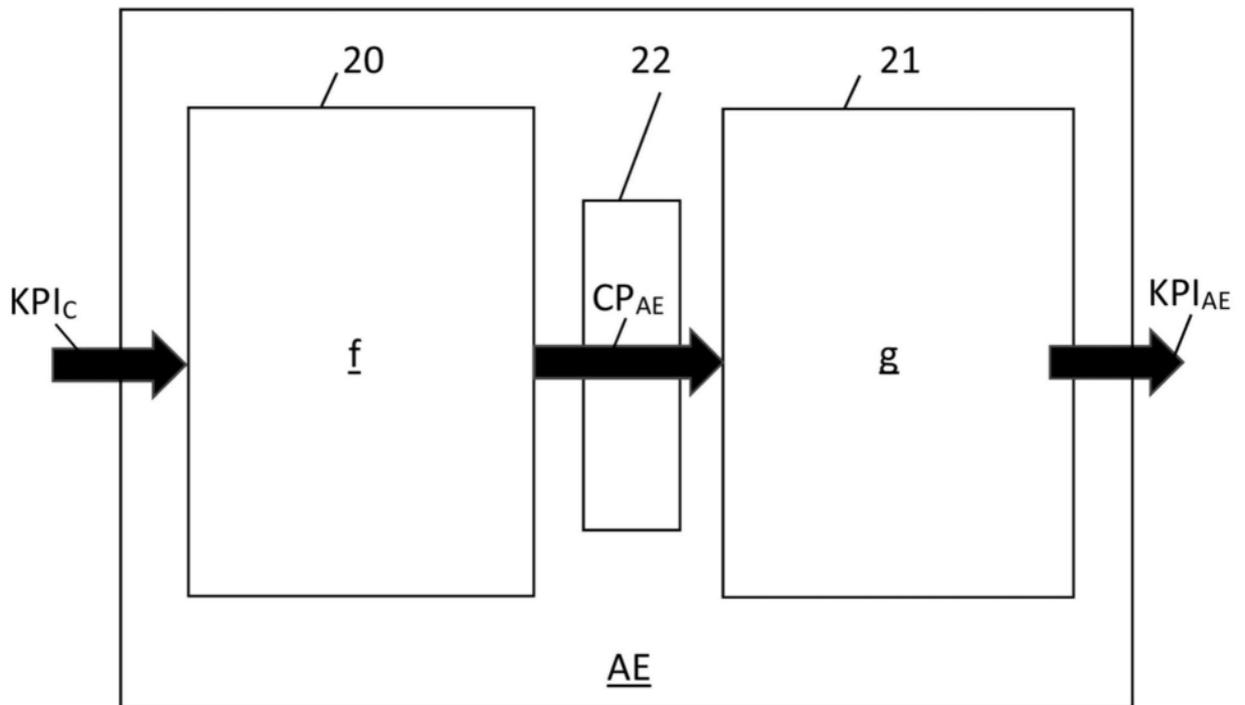


图2

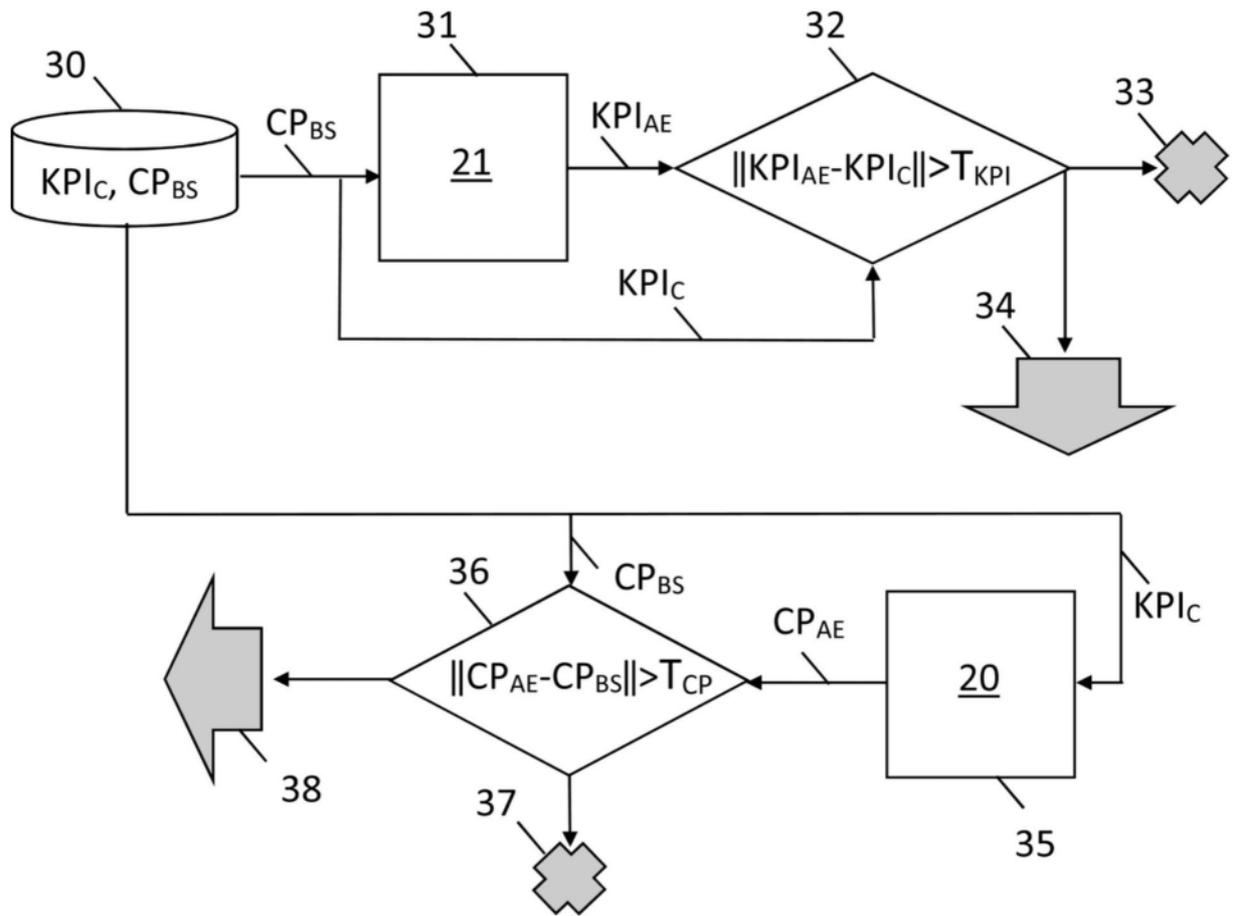


图3

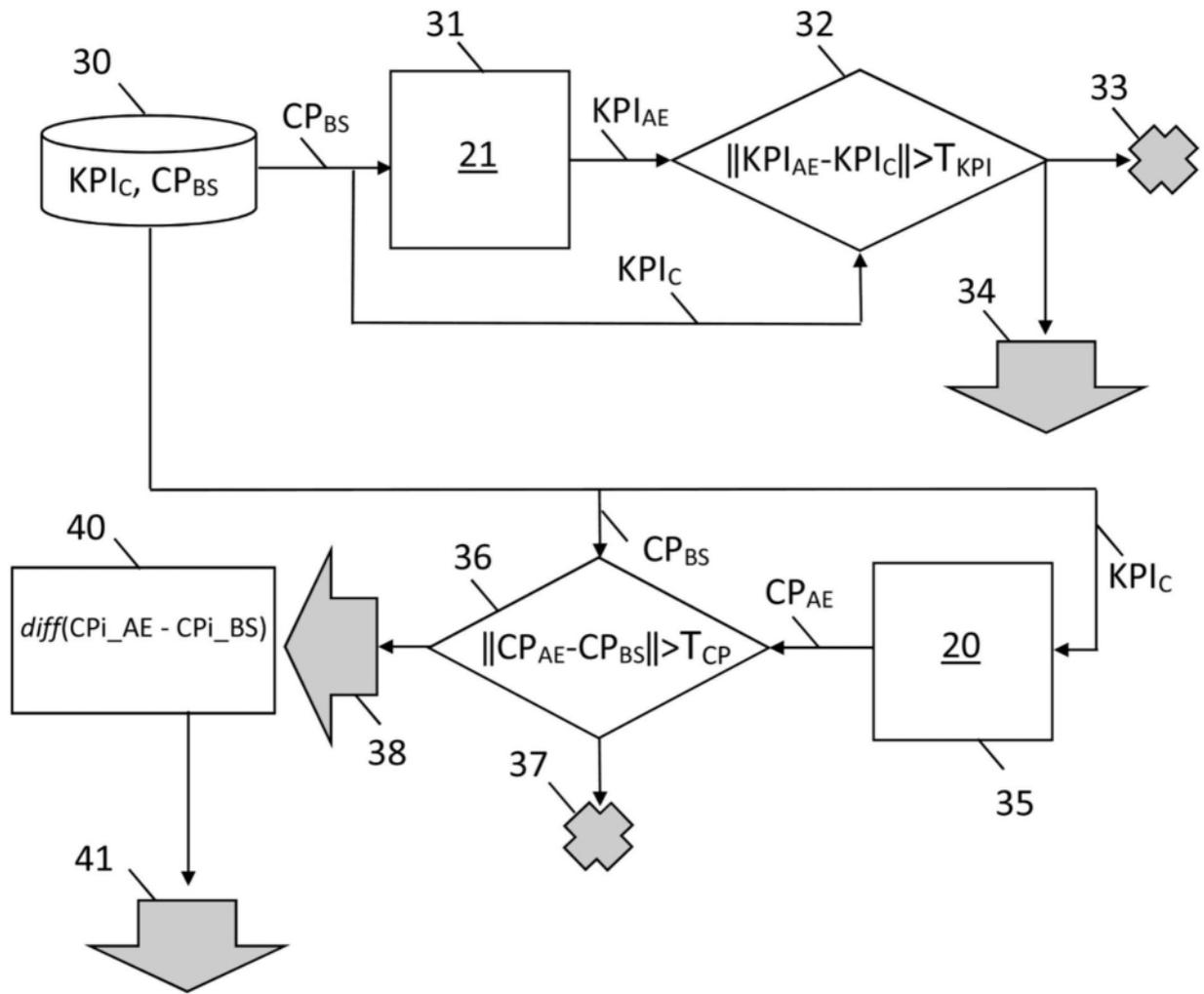


图4

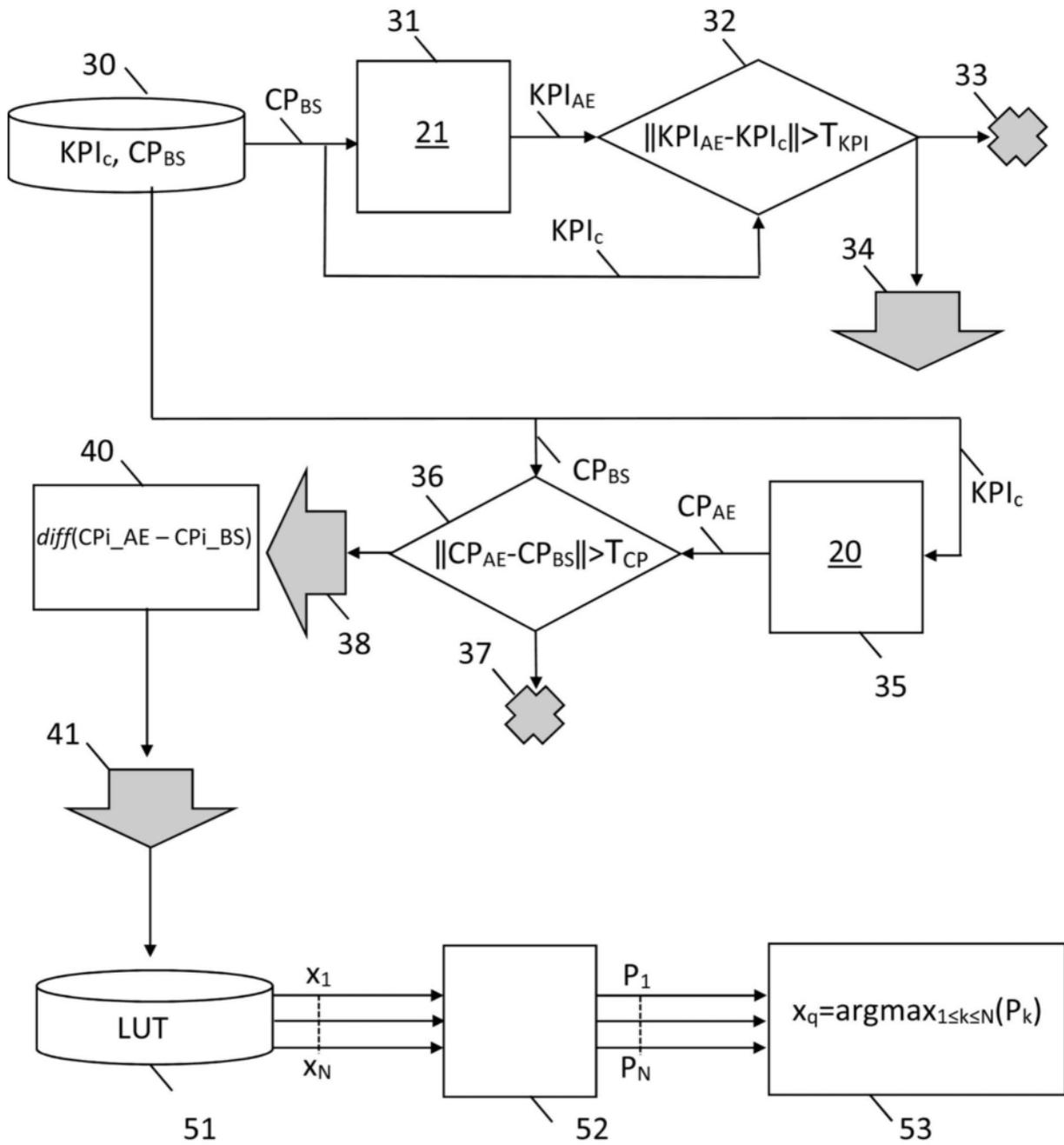


图5

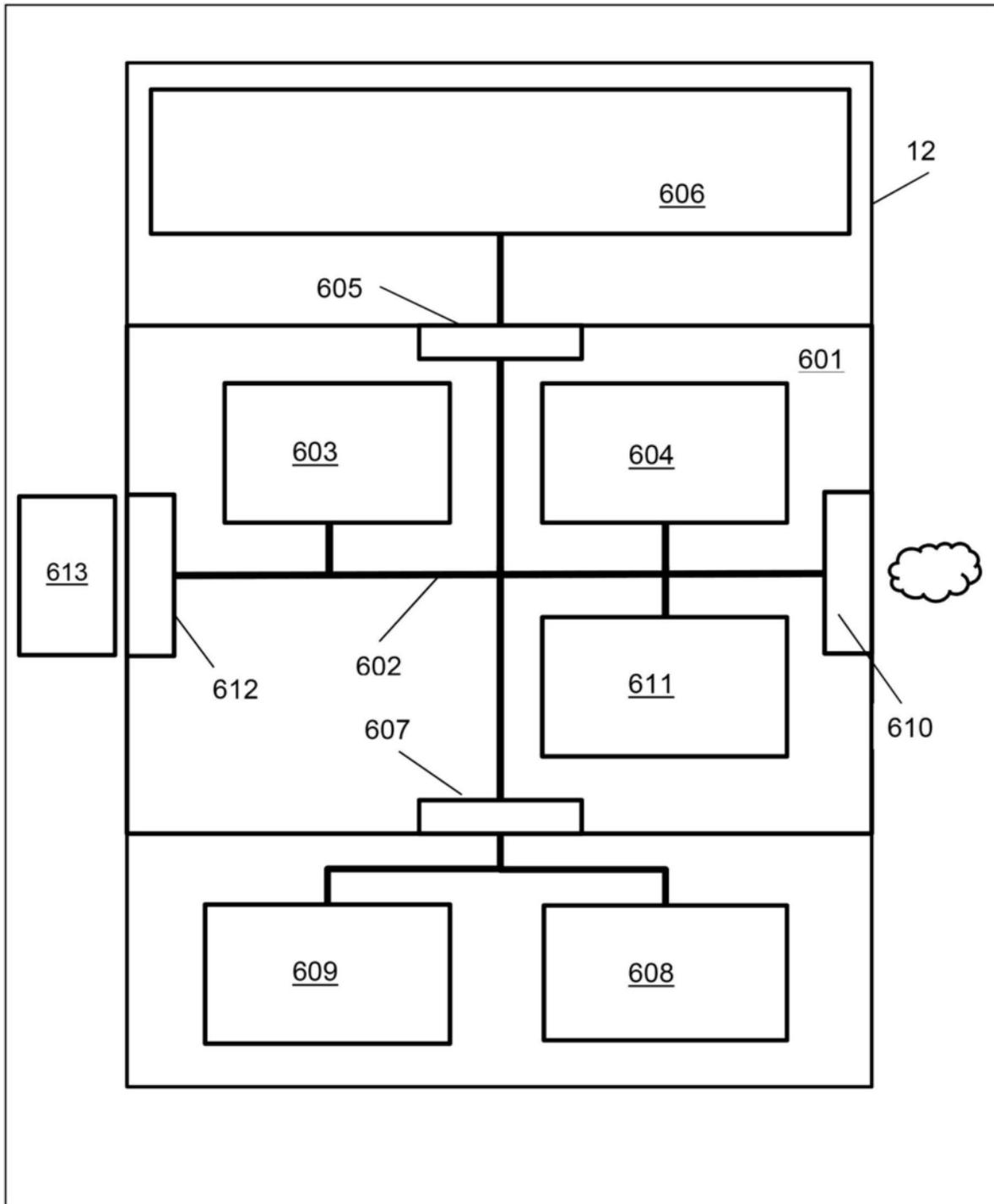


图6