



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117917013 A

(43) 申请公布日 2024. 04. 19

(21) 申请号 202280057458.3

(22) 申请日 2022.08.24

(30) 优先权数据

17/463,290 2021.08.31 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.02.22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2022/075401 2022.08.24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/034706 EN 2023.03.09

(71) 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 D·卡尔佐拉里 D·L·温斯洛

G·霍费尔 J·波罗

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

专利代理师 姚丹红

(51) Int.Cl.

H04B 1/38 (2006.01)

H04B 1/04 (2006.01)

H04B 1/18 (2006.01)

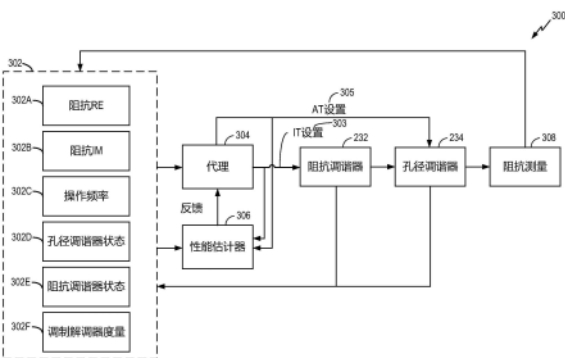
权利要求书3页 说明书13页 附图6页

(54) 发明名称

机器学习辅助式自适应天线调谐

(57) 摘要

本公开的某些方面提供了用于自适应地调谐电子设备中的无线数据传输系统的技术,这些技术包括接收设备的无线数据传输系统的一个或多个操作特性;基于该一个或多个操作特性,使用无线数据传输系统配置模型来确定目标无线数据传输系统配置;以及在该无线数据传输系统中实现该目标无线数据传输系统配置。



1. 一种方法,所述方法包括:
接收设备的无线数据传输系统的一个或多个操作特性;
基于所述一个或多个操作特性,使用无线数据传输系统配置模型来确定目标无线数据传输系统配置;以及
在所述无线数据传输系统中实现所述目标无线数据传输系统配置。
2. 根据权利要求1所述的方法,所述方法还包括:
使用第一估计器模型来确定使用与所述目标无线数据传输系统配置不同的一个或多个虚拟无线数据传输系统配置的所述无线数据传输系统的一个或多个经估计操作特性;
基于所述一个或多个经估计操作特性,使用第二估计器模型来确定所述无线数据传输系统的一个或多个经估计性能度量;
基于所实现的目标无线数据传输系统配置来确定实际性能度量;
基于所述实际性能度量与所述一个或多个经估计性能度量来确定所述目标无线数据传输系统配置和所述一个或多个虚拟无线数据传输系统配置中的最佳无线数据传输系统配置;以及
基于所确定的最佳无线数据传输系统配置来生成反馈数据。
3. 根据权利要求2所述的方法,所述方法还包括基于所述反馈数据来更新所述无线数据传输系统配置模型。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述无线数据传输系统配置模型是强化学习模型。
5. 根据权利要求4所述的方法,其中所述反馈数据包括以下各项中的一者:
所述目标无线数据传输系统配置与所述最佳无线数据传输系统配置匹配的情形下的所述强化学习模型的奖励信号;或
所述目标无线数据传输系统配置与所述最佳无线数据传输系统配置不匹配的情形下的惩罚信号。
6. 根据权利要求4所述的方法,其中所述反馈数据包括所述最佳无线数据传输系统配置。
7. 根据权利要求2所述的方法,其中所述实际性能度量包括由与所述设备进行无线数据通信的网络提供的指示符。
8. 根据权利要求7所述的方法,其中所述指示符包括以下各项中的至少一者:
接收信号接收功率(RSRP)度量;
接收信号接收质量(RSRQ)度量;
信噪比度量(SNR/SINR);或
接收信号强度指示符(RSSI)。
9. 根据权利要求2所述的方法,其中所述第一估计器模型包括神经网络模型。
10. 根据权利要求2所述的方法,其中所述第二估计器模型包括神经网络模型。
11. 根据权利要求1所述的方法,所述方法还包括基于所述目标无线数据传输系统配置来确定用于阻抗调谐器的最优调谐代码。
12. 根据权利要求1所述的方法,其中所述一个或多个操作特性包括:
所述无线数据传输系统的元件的实阻抗;
所述无线数据传输系统的所述元件的虚阻抗;

所述无线数据传输系统的频率;和
天线调谐器状态。

13. 根据权利要求12所述的方法, 其中:

所述元件是所述无线数据传输系统的天线, 并且

所述目标无线数据传输系统配置包括天线调谐器设置。

14. 根据权利要求13所述的方法, 其中所述天线调谐器设置包括孔径调谐器设置或阻抗调谐器设置中的至少一者。

15. 一种装置, 所述装置包括:

无线数据传输系统;

存储器, 所述存储器包括计算机可执行指令; 和

一个或多个处理器, 所述一个或多个处理器被配置成执行所述计算机可执行指令并且使得所述装置:

接收设备的所述无线数据传输系统的一个或多个操作特性;

基于所述一个或多个操作特性, 使用无线数据传输系统配置模型来确定目标无线数据传输系统配置; 以及

在所述无线数据传输系统中实现所述目标无线数据传输系统配置。

16. 根据权利要求15所述的装置, 其中所述一个或多个处理器还被配置成使得所述装置:

使用第一估计器模型来确定使用与所述目标无线数据传输系统配置不同的一个或多个虚拟无线数据传输系统配置的所述无线数据传输系统的一个或多个经估计操作特性;

基于所述一个或多个经估计操作特性, 使用第二估计器模型来确定所述无线数据传输系统的一个或多个经估计性能度量;

基于所实现的目标无线数据传输系统配置来确定实际性能度量;

基于所述实际性能度量和所述一个或多个经估计性能度量来确定所述目标无线数据传输系统配置和所述一个或多个虚拟无线数据传输系统配置中的最佳无线数据传输系统配置; 以及

基于所确定的最佳无线数据传输系统配置来生成反馈数据。

17. 根据权利要求16所述的装置, 其中所述一个或多个处理器还被配置成使得所述装置基于所述反馈数据来更新所述无线数据传输系统配置模型。

18. 根据权利要求17所述的装置, 其中所述无线数据传输系统配置模型是强化学习模型。

19. 根据权利要求18所述的装置, 其中所述反馈数据包括以下各项中的一者:

所述目标无线数据传输系统配置与所述最佳无线数据传输系统配置匹配的情形下的所述强化学习模型的奖励信号; 或

所述目标无线数据传输系统配置与所述最佳无线数据传输系统配置不匹配的情形下的惩罚信号。

20. 根据权利要求18所述的装置, 其中所述反馈数据包括所述最佳无线数据传输系统配置。

21. 根据权利要求16所述的装置, 其中所述实际性能度量包括由与所述设备进行无线

数据通信的网络提供的指示符。

22. 根据权利要求21所述的装置,其中所述指示符包括以下各项中的至少一者:

接收信号接收功率 (RSRP) 度量;

接收信号接收质量 (RSRQ) 度量;

信噪比度量 (SNR/SINR); 或

接收信号强度指示符 (RSSI)。

23. 根据权利要求16所述的装置,其中所述第一估计器模型包括神经网络模型。

24. 根据权利要求16所述的装置,其中所述第二估计器模型包括神经网络模型。

25. 根据权利要求15所述的装置,其中所述一个或多个处理器还被配置成使得所述装置基于所述目标无线数据传输系统配置来确定用于阻抗调谐器的最优调谐代码。

26. 根据权利要求15所述的装置,其中所述一个或多个操作特性包括:

所述无线数据传输系统的元件的实阻抗;

所述无线数据传输系统的所述元件的虚阻抗;

所述无线数据传输系统的频率;和

天线调谐器状态。

27. 根据权利要求26所述的装置,其中:

所述元件是所述无线数据传输系统的天线,并且

所述目标无线数据传输系统配置包括天线调谐器设置。

28. 根据权利要求27所述的装置,其中所述天线调谐器设置包括孔径调谐器设置或阻抗调谐器设置中的至少一者。

29. 一种包括计算机可执行指令的非暂态计算机可读介质,所述计算机可执行指令在由处理系统的一个或多个处理器执行时使得所述处理系统执行一种方法,所述方法包括:

接收设备的无线数据传输系统的一个或多个操作特性;

基于所述一个或多个操作特性,使用无线数据传输系统配置模型来确定目标无线数据传输系统配置;以及

在所述无线数据传输系统中实现所述目标无线数据传输系统配置。

30. 一种装备,所述装备包括:

用于接收设备的无线数据传输系统的一个或多个操作特性的装置;

用于基于所述一个或多个操作特性使用无线数据传输系统配置模型来确定目标无线数据传输系统配置的装置;和

用于在所述无线数据传输系统中实现所述目标无线数据传输系统配置的装置。

机器学习辅助式自适应天线调谐

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2021年8月31日提交的美国申请17/463,290号的优先权,该美国申请已转让给本申请的受让人,并以引用的方式全文并入本文。

背景技术

[0003] 本公开的各方面涉及自适应天线调谐。

[0004] 无线设备诸如智能电话可具有用于经由无线数据传输系统来发射和接收无线数据的一个或多个天线。使用此类设备的方式(例如,智能电话正在被如何握持)可影响天线的性能并由此影响无线数据传输的性能。天线性能降级可能导致无线数据传输缓慢、电池使用增加以及无线网络干扰增加等问题。

[0005] 因此,需要用于动态地调整天线调谐以提高无线设备性能的系统和方法。

发明内容

[0006] 某些方面提供了一种用于自适应地调谐电子设备中的无线数据传输系统的方法,该方法包括接收设备的无线数据传输系统的一个或多个操作特性;基于该一个或多个操作特性,使用无线数据传输系统配置模型来确定目标无线数据传输系统配置;以及在无线数据传输系统中实现目标无线数据传输系统配置。

[0007] 其他方面提供了被配置成执行前述方法以及本文所述的那些方法的处理系统;一种包括指令的非暂态计算机可读介质,这些指令在由处理系统的一个或多个处理器执行时使得该处理系统执行前述方法以及本文所述的那些方法;一种体现在计算机可读存储介质上的计算机程序产品,该计算机可读存储介质包括用于执行前述方法以及本文进一步所述的那些方法的代码;和一种处理系统,该处理系统包括用于执行前述方法以及本文进一步所述的那些方法的装置。

[0008] 以下描述和相关附图详细阐述了一个或多个方面的某些示例性特征。

附图说明

[0009] 附图描绘了该一个或多个方面中的某些方面,并且因此不被认为限制本公开的范围。

[0010] 图1A描绘了无线电子设备的三种不同使用情况的测试结果的示例。

[0011] 图1B描绘了基于所测量的测试结果的无线电子设备的示例使用情况决策边界。

[0012] 图2描绘了用于在无线电子设备中执行自适应天线调谐的示例系统。

[0013] 图3描绘了示例强化学习模型架构。

[0014] 图4描绘了示例性能估计器。

[0015] 图5描绘了执行自适应天线调谐的示例方法。

[0016] 图6示出了可被配置成执行本文所述的自适应天线调谐的示例电子设备。

[0017] 为了促成理解,在可能之处使用了相同的附图标记来指定各附图共有的相同要

素。构想了一个方面的要素和特征可有益地被纳入到其他方面中而无需进一步引述。

具体实施方式

[0018] 本公开的各方面提供了用于机器学习辅助式自适应天线调谐的装置、方法、处理系统和计算机可读介质。

[0019] 随着无线电子设备变得更小并且功能更强大,设计无线数据传输系统的挑战也变得更复杂,至少部分原因是在此类设备的紧密并复杂的内部界限内设计有效天线的复杂性。实际上,因为现代无线电子设备可同时在许多无线频率上操作以用于发射和接收两者,所以在单个设备中常常需要不同设计的多个天线。

[0020] 功能设计和封装挑战仅是创建用于无线电子设备的有效无线数据传输系统的整体挑战的一个方面。此类设备的不同使用模式带来了另一挑战,因为不同的模式对无线数据传输系统的性能有不同的影响。

[0021] 例如,将无线电子设备(诸如智能电话或平板计算机)握持在左手中相对于在右手中,或者用双手握持,可改变无线数据传输性能,因为不同的手放置对不同的天线有不同的影响。又如,表面上的放置、界限内的放置(例如,在口袋、汽车或飞机中)、插入时的使用(例如,经由USB或类似电缆)等通常对无线数据传输性能有不同的影响。

[0022] 可使用不同的方法来提高能够进行无线通信的设备中的天线性能。例如,可动态地执行阻抗匹配和调谐以提高此类设备中天线的性能。

[0023] 通常,阻抗是对通过系统的能量流的阻碍。恒定的电子信号可具有恒定的阻抗,并且变化的电子信号可具有随着变化的频率而变化的阻抗。阻抗通常具有包括电阻分量和电抗分量的复数值,该电阻分量形成该值的“实”部,该电抗分量形成该值的“虚”部。

[0024] 天线阻抗与天线输入处的电压和电流有关。天线阻抗的“实”部表示被辐射出去或在天线内被吸收的功率,并且阻抗的“虚”部表示存储在天线的近场中的功率,即非辐射功率。当针对天线优化系统的阻抗时,天线通常更高效并因此更有效。

[0025] 阻抗匹配是指设计电负载的输入阻抗或其对应信号源的输出阻抗,以最大化功率传输并最小化来自该负载的信号反射。不过,因为阻抗随着可变频率信号而变化,所以可使用动态阻抗调谐来调谐天线以匹配射频(RF)前端,使得从RF前端到天线的功率传输最大化。

[0026] 阻抗调谐可在“开环”配置中执行,其中预先配置的参数用于将天线调谐到系统,或者在“闭环”配置中执行,其中动态地调整参数以将天线调谐到系统。在这两种情况下,此类参数可用于提高无线电子设备中的天线性能(例如,总辐射功率和回波损耗)。

[0027] 孔径调谐是提高电子设备中的无线通信系统性能的另一种方式。通常,天线孔径调谐涉及修改天线的谐振频率以匹配特定应用或频率。通过针对特定应用或频率调谐天线的谐振频率,针对所述特定应用或在所述特定频率下提高天线的效率。孔径调谐可因此允许同一天线更有效地用于多个频率处的多个应用。

[0028] 执行天线孔径调谐的一种方式修改天线的电长度以调整其谐振频率。在一些方面,可使用开关来通过将天线连接到不同长度的接地路径来调整天线的谐振频率,因此移位天线的谐振并由此改变天线的性能而不对天线做任何结构改变。电容器或电感器还可用于进一步调整谐振频率,并且通常可连接在开关与天线的辐射元件之间。

[0029] 孔径调谐和阻抗调谐通常可提高天线的性能,诸如其操作频带、回波损耗、带宽、增益和效率。在现代移动设备(诸如智能电话、平板计算机、智能可穿戴设备等)中,孔径调谐可有益地提高设备在不同时间多个频带中操作的能力,这可称为频带选择调谐。

[0030] 本文所述的方面涉及用于在无线通信系统中执行自适应天线调谐的系统和方法。与依赖于用于天线调谐的固定配置(例如,基于明确定义的使用情况)的一些常规方法不同,本文所述的方法涉及使用强化学习来教导代理基于反馈数据来选择一个或多个最优天线调谐器设置。天线调谐器设置可总体涉及无线设备中的任何方式的调谐器,包括本文所述的各种示例中的阻抗调谐器和/或孔径调谐器。有益地,可通过使用估计模型将所选择的天线调谐器设置与未选择的天线调谐器设置进行比较以便确定选择的性能来在设备上生成反馈数据。在一些方面,可基于设备中的传感器以及来自与该设备进行无线通信的网络的反馈来生成进一步反馈数据。

[0031] 因此,本文所述的各方面有利地允许设备学习其自己的最优无线通信设备配置,诸如阻抗调谐器设置、孔径调谐器设置和其他调谐器设置,这降低了设备对制造变化和其他外部因素的敏感度,诸如使用该设备的方式(例如,如何握持该设备)以及用户可如何修改该设备(例如,通过在该设备上放置保护盖)。此外,特定的、明确定义的使用情况的实验室表征不再是实现提高的天线性能所必需的。

[0032] 有益地,本文所述的各方面总体提高了具有无线通信系统的设备中的天线性能(例如,提高了3dB-5dB或更多),增加了此类设备的发射和接收范围,增加了电池驱动设备的电池寿命,并且减少了由此类设备使用的无线数据通信网络中的干扰。

[0033] 用于天线孔径调谐的常规使用情况表征

[0034] 常规天线调谐已基于针对特定使用情况(诸如设备的左手或右手握持)确定设置。

[0035] 图1A描绘了三种不同使用情况(自由空间、右手和左手)的示例阻抗值以及每组测试结果的计算平均值。例如,特定使用情况(在该示例中为示例性右手握持)的测试结果102A-102C产生平均点102D。基于测试结果,平均点可被认为是使用情况的特性点或代表点。在该示例中,测试结果测量给定频率的实阻抗和虚阻抗,并且可基于正被测试的设备的能力来在许多不同频率下执行测试。

[0036] 基于测量结果,可确定简单使用情况决策边界,如图1B中所描绘的(如由弧形所描绘的)。然后,可绘制“实时”测量104并与不同使用情况的代表点和/或使用情况决策边界进行比较以确定无线电子设备当前正被如何使用(例如,设备的当前使用情况)。

[0037] 遗憾的是,测量与使用情况之间的初始建模(诸如图1A所示)是耗时的、昂贵的并且通常不具代表性,因为测试可能使用投入生产的任何给定设备的无数不同方式(例如,相对于各种使用情况)是不切实际的。例如,可在几个不同的位置中测试设备以确定几个不同的使用情况,但是该测试将很少真正表示各种用户可处置设备的多种不同方式。例如,如图1B中所描绘的,决策边界覆盖围绕三个示例使用情况中的每一者的代表点的宽区域,并且那些大的区域可能过度表示特定使用情况。

[0038] 此外,如图1B中所描绘的,存在使用情况决策边界重叠的许多区域,使得点可能落在多个使用情况的界限内,从而导致使用情况确定中的附加不确定性。因此,如在该示例中,使用基于代表点的简单决策边界可能需要由无线电子设备进行附加处理,这会减慢操作并使用更多功率。

[0039] 更一般地,常规测试的有限性质导致有限的使用情况测试数据和模型,基于实时数据测量来可靠地确定设备当前正被如何使用(例如,相对于定义的使用情况组)的能力有限。值得注意的是,使用情况错误确定或错误预测可能导致应用错误的天线调谐器设置并且导致设备的次优无线数据传输性能。

[0040] 为了提高常规测试和使用情况确定,本文所述的各方面不依赖于使用情况确定作为确定最优天线调谐器设置的先决条件。相反,本文所述的各方面基于反馈数据来动态地确定(例如,用于阻抗调谐器和/或孔径调谐器的)最优天线调谐器设置。在一些方面,通过强化学习,教导代理用于基于各种输入、反馈信号和被配置成增强对最优天线调谐器设置的选择的选择性能函数来选择天线调谐器设置的最优策略。然后有益地,不需要确定使用情况,而是设备可基于加强学习反馈回路来适应任何方式的使用情况。

[0041] 对增强/代理学习的介绍

[0042] 强化学习是机器学习的一种形式,其聚焦于教导“代理”(也称为“智能代理”或“AI代理”)如何在环境中采取动作,以便针对所采取的动作最大化奖励和/或最小化惩罚。强化学习与监督学习的不同之处通常在于,不需要标记的输入/输出对来训练代理,这使得其对于其中采集用于传统监督学习的足够的训练数据将是困难的情景非常有用,诸如上文相对于关于表征使用情况的图1A和图1B所描述的那些情景。因此,强化学习聚焦于学习用于代理的最佳策略,该代理例如最大化性能函数,该性能函数可包括随着时间最大化的奖励元素和/或随着时间最小化的惩罚元素。

[0043] 强化学习代理可以离散的时间步长或间隔与环境交互。通常,在每个时间步长处,代理接收当前状态并评估性能函数以基于该状态确定奖励和/或惩罚。然后,代理从一组可用的动作中选择动作,该动作随后被发送到环境。该环境基于该动作移动到新状态,并且与该转移相关联的新奖励和/或惩罚被确定并反馈给代理。因此,强化学习代理的最终目标是学习策略,该策略基于在变化的环境中在不同时间选择不同动作来最大化预期累积奖励和/或最小化预期累积惩罚。

[0044] 代理所采用的“策略”可基于机器学习模型,诸如神经网络模型。例如,可向机器学习模型提供各种输入,并且该模型可基于这些输入来预测要采取的动作。强化学习可随着时间改变这种模型的参数(例如,权重和偏置)以基于性能函数来改善模型和代理的基于策略的动作。

[0045] 例如,在天线调谐的上下文中,代理可基于策略(例如,模型)来选择天线调谐器设置(例如,“动作”),诸如阻抗调谐器设置、孔径调谐器设置和/或另一调谐器设置,并向要实现(例如,改变设备的状态)以进行数据传输的设备(例如,“环境”)提供该天线调谐器设置。根据所选择的天线调谐器设置的传输可用于创建反馈数据,该反馈数据进而可用于基于为数据传输所选择的天线调谐器设置来确定代理的奖励和/或惩罚。在一些方面,由代理使用的策略可考虑各种类型的输入数据,诸如沿着无线数据通信系统中的发射链的所测量的实阻抗、沿着发射链的虚阻抗、发射链的一个或多个操作频率、以及一个或多个当前天线调谐器设置(例如,当前状态),诸如当前阻抗调谐器状态、当前孔径调谐器状态和/或其他当前调谐器状态。

[0046] 用于执行自适应天线调谐的示例系统

[0047] 图2描绘了用于在无线电子设备中执行自适应天线调谐的示例系统200。

[0048] 系统200包括调制解调器210,该调制解调器在该示例中包括测量组件212、自适应天线调谐组件214、性能估计组件216、以及天线调谐器设置数据库(DB)218。

[0049] 测量组件212可被配置成从无线电子设备的其他方面接收测量数据,诸如阻抗和频率测量。例如,在一个方面,测量组件212可从无线收发机220的反馈接收机(FBRx)222接收测量。通常,反馈接收机222是比较发射信号在沿着发射链的不同点处的测量的电路。例如,可确定电压驻波比率(VSWR)或回波损耗,其提供发射信号的复阻抗的测量。然后,调制解调器210的一方面(诸如自适应天线调谐组件214)可获取复阻抗并将其转换为天线处的阻抗。如上,该天线阻抗可用于确定天线如何受到不同天线调谐器设置(诸如分别由阻抗调谐器232、孔径调谐器234和/或其他调谐器236实现的阻抗调谐器设置、孔径调谐器设置和/或其他调谐器设置)的影响。

[0050] 自适应天线调谐组件214可实现用于确定天线调谐器设置的代理,这些天线调谐器设置包括用于阻抗调谐器232和/或天线孔径调谐器234的设置,如相对于图3进一步所描述的。在一些情况下,代理可确定存储在天线调谐器设置数据库218中的设置和/或从这些设置中选择。这些设置可包括可由阻抗调谐器232、孔径调谐器234和/或其他调谐器236实现的孔径调谐器设置、阻抗调谐器设置和/或其他调谐器设置,并且这些设置当被实现时可被认为是射频前端(RFFE)230的状态的各方面。例如,射频前端230的状态可由阻抗调谐器232、孔径调谐器234和/或其他调谐器236的设置来定义。

[0051] 在该示例中,射频前端230包括阻抗调谐器232和孔径调谐器234,它们被配置成分别执行阻抗调谐和孔径调谐。射频前端230还包括其他调谐器236,其他调谐器可包括例如用于将功率放大器的输出与天线匹配以提高功率放大器性能的一个或多个匹配网络。

[0052] 注意,射频前端230可包括为简单起见在该示例中未描绘的许多其他方面,诸如功率放大器、功率跟踪器、双工器、六工器、开关、低噪声放大器、滤波器、天线开关、以及提取器等。

[0053] 射频前端230进一步连接到天线250。注意,在该示例中,为简单起见描绘了单个天线250,但射频前端230可连接到多个天线。此外,该示例描绘了单个射频前端,但其他示例可包括多个射频前端,诸如用于不同无线电接入技术以及用于同时在不同频率上操作。

[0054] 自适应天线调谐组件214还被配置成向射频前端230中的阻抗调谐器232、孔径调谐器234和/或其他调谐器236提供天线调谐器设置,以便提高天线250(其可表示多个天线)的性能。相对于图3更详细地描绘了和描述了如可由自适应天线调谐组件214实现的自适应天线调谐系统的示例。

[0055] 自适应天线调谐组件214可显著提高电子设备的无线数据传输系统的性能。例如,天线效率的3dB-5dB提高可与减少的功率使用、增加的电池寿命和减少的网络干扰一起实现。此类提高尽管通常是有益的,但是可能与某些情景特别相关,诸如在室内和/或在蜂窝小区边缘使用,或在以使得覆盖多个天线的方式来处置设备的情况下。

[0056] 为了发射和接收数据,调制解调器210连接到无线收发机220,该无线收发机进而连接到射频前端230,该射频前端连接到天线250。注意,调制解调器210可包括为简单起见在该示例中未描绘的许多其他方面,诸如处理核、只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、安全组件、外围组件、高速缓存等。

[0057] 值得注意的是,图2为简单起见仅描绘了设备的无线数据传输系统的所选择的方

面,并且许多其他方面是可能的,诸如其他处理器、存储器、传感器、输入和输出设备、外围系统等。

[0058] 示例强化学习模型架构

[0059] 图3描绘了示例强化学习模型架构300。强化学习模型架构300可由例如图2的自适应天线调谐组件214实现。

[0060] 强化学习模型架构300包括代理304,该代理可实现用于确定或选择天线调谐器设置的策略,这些天线调谐器设置在该示例中包括用于阻抗调谐器232的阻抗调谐器设置、用于孔径调谐器234的孔径调谐器设置。注意,虽然在图3中未描绘,但是在附加方面,代理304也可被配置成确定用于其他调谐器(诸如上文相对于图2所描述的其他调谐器236)的调谐器设置。

[0061] 在一些情况下,代理304可通过机器学习模型(例如,“策略模型”或“无线数据传输系统配置模型”)(诸如神经网络模型)的方式来实现其策略,该机器学习模型获取一个或多个输入302(例如,设备中的无线通信系统的操作特性)并输出策略决策(例如,目标无线数据传输系统配置),诸如阻抗调谐器设置303(图3中的“IT设置”)和/或孔径调谐器设置305(图3中的“AT设置”)。在该示例中,向代理304提供的一个或多个输入302可被用作代理304的策略模型的输入,包括实阻抗测量302A、虚阻抗测量302B、一个或多个操作频率302C、孔径调谐器状态302D、阻抗调谐器状态302E、以及调制解调器度量302F(例如,接收信号接收功率(RSRP)度量;接收信号接收质量(RSRQ)度量;信噪比度量(SNR/SINR);接收信号强度指示符(RSSI);等)。此外,尽管未描绘,但可使用其他输入数据,诸如来自无线数据通信系统正在其中操作的设备的传感器数据。

[0062] 在一些情况下,由代理304实现的策略模型可输出与天线调谐器设置相关联的一个或多个索引,这些天线调谐器设置包括阻抗调谐器设置、孔径调谐器设置和/或可包括任何数量的调谐器参数的其他调谐器。在一些情况下,索引可标识存储在数据库(诸如图2中的设置数据库218)中的调谐器设置。

[0063] 在一些方面,代理304可能被配置成通过存在于天线上的一个或多个载波进一步输出不同天线调谐器设置的预期性能(效率、匹配阻抗),从而允许系统的其他部分(例如,在自适应天线调谐系统外部)基于其他目标和约束来选择调谐器行为,其他目标和约束诸如功率放大器效率、非线性、准确性(例如,如由误差向量量值所描述的准确性)、可实现的调制类型、用于多输入多输出(MIMO)配置的可实现的天线秩等。

[0064] 如所描绘的,复阻抗测量(分别包括实分量302A和虚分量302B)可由阻抗测量组件308提供。在一些方面,无线数据通信系统可同时使用多个操作频率,并且在此类情况下,由阻抗测量组件308进行的阻抗测量可基于该多个同时频率。然而,注意,在此类情况下,测量频率不必与所有操作频率匹配。

[0065] 在一些情况下,阻抗测量可由反馈接收机生成,诸如图2中的反馈接收机222。此外,基于无线数据传输系统的当前状态,代理304可知道阻抗调谐器状态和孔径调谐器状态,或者阻抗调谐器232和孔径调谐器234可以其他方式提供该阻抗调谐器状态和该孔径调谐器状态作为主要参考或确认参考。

[0066] 还可向性能估计器306提供由代理304确定的天线调谐器设置(例如,在该示例中为阻抗调谐器设置303和/或孔径调谐器设置305),该性能估计器被配置成基于所确定的天

线调谐器设置来向代理304提供反馈数据。在一些情况下,孔径调谐器设置305和阻抗调谐器设置303可被共同地认为是调谐代码,并且代理304尝试确定包括优化射频前端(例如,图2中的230)的性能(效率、功率、线性)的最优阻抗调谐器和孔径调谐器设置的最优调谐代码。在一个示例中,基于最优调谐代码来实现从功率放大器到天线(例如,图2中的250)的最大功率递送。在各个方面,最大接收功率、最低非线性以及发射功率、接收功率与线性之间的折衷均在确定最优调谐代码时被考虑。

[0067] 在一些方面,反馈数据基于与由代理304未选择的的天线调谐器设置(例如,在该示例中未选择的或“虚拟”阻抗调谐器设置和/或孔径调谐器设置)相关联的估计阻抗。例如,任何数量的定义的阻抗调谐器设置和/或孔径调谐器设置可被存储(例如,在图2中的设置数据库218中)并且可被代理304访问。基于由代理304输出的天线调谐器设置的估计阻抗可基于由性能估计器306实现的一个或多个模型,如相对于图4的示例进一步所描述的。

[0068] 在一些方面,反馈数据可进一步或另选地基于其他指示符。如上,设备上的各种传感器可向代理304提供可用于生成反馈的传感器数据。类似地,来自与设备进行数据通信的无线网络的数据指示符(例如,信号质量度量)可用于生成到代理304的反馈数据。

[0069] 基于来自性能估计器306的反馈数据,代理304可使用强化学习来更新其策略(例如,其策略模型的参数)。例如,代理304可评估选择性能函数,该选择性能函数对代理304基于来自性能估计器306的性能估计值来选择最佳自适应天线调谐设置进行奖励,这些性能估计值在该示例中涉及阻抗调谐器232和孔径调谐器234,但如上,还可包括其他天线调谐器(例如,图2的其他调谐器236)。再如,选择性能函数可奖励对最小化天线处的功率损耗的自适应天线调谐器设置的选择。

[0070] 由代理304评估的选择性能函数可附加地或另选地对代理304选择次优自适应天线调谐设置进行惩罚。例如,选择性能函数可包括用于在调谐器设置之间切换的惩罚元素,以阻止调谐器设置之间的快速循环。一般而言,选择性能函数可包括奖励元素和/或惩罚元素,它们使得代理304随着时间以最大化奖励元素同时最小化惩罚元素的方式来调整其设置选择策略。

[0071] 注意,实现强化学习模型架构300的设备可在必要时启用或禁用由性能估计器306和强化学习提供的反馈回路。例如,可利用用于选择阻抗和/或孔径调谐器设置的策略模型来预先配置新设备。一旦在使用中,新设备就可启用由性能估计器306和强化学习提供的反馈机制,使得代理304的策略模型随着时间而改进。在一段时间之后,例如在策略模型已收敛(或估计已收敛)之后,可禁用反馈回路。此外,可以一定间隔启用反馈回路以确保代理304考虑到对设备的任何改变(例如,正安装的新电话盖)。当禁用反馈回路时,代理304继续基于其现有策略确定天线调谐器设置,诸如阻抗调谐器设置303和孔径调谐器设置305,而无需由性能估计器306提供的任何反馈。

[0072] 有益地,强化学习模型架构300能够确定孔径调谐器设置(例如,305),而不需要首先确定或根本不需要确定设备的使用情况。因此,实现强化学习模型架构300的设备可能基于任何使用情况来自适应地调谐其孔径调谐器设置,并且无需对设备之间的制造差异的敏感度。

[0073] 示例性能估计器

[0074] 通常,具有无线通信系统的设备仅可“看到”其天线处的阻抗、其操作以供传输的

一个或多个频率以及其当前天线调谐器状态(例如,阻抗和/或孔径调谐器状态)。为了提供用于代理(例如,图3的代理304)的反馈信号,设备可估计该设备将如何使用不同的天线调谐器设置来操作。

[0075] 在一些方面,如下所述,基于机器学习的估计器可用于模拟无线通信系统在未选择天线调谐器设置的情况下的性能,而无需物理地切换到这些天线调谐器设置,这节省了时间和功率。此外,还可由机器学习模型实现的附加估计器可用于基于实际天线调谐器状态和实际测量性能以及未选择天线调谐器状态和那些状态中的估计性能两者来估计天线的效率。一旦确定了所有这些值,系统就可计算最优天线调谐器设置(其可以是未选择天线调谐器设置中的一者)并且将该确定作为反馈提供给代理学习。

[0076] 图4描绘了示例性能估计器306,其可用于向代理(诸如图3的代理304)提供反馈数据。

[0077] 在图4中所描绘的示例性能估计器306中,天线阻抗估计器402预测当前未由设备使用的天线调谐器设置(例如,在该示例中为 AT_1 至 AT_{N-1} ,其中N为天线调谐器设置的总数量)的“虚拟”阻抗估计值(例如,无线数据传输系统的经估计操作特性)404A至404B,包括实分量和虚分量。在一些方面,天线调谐器设置包括用于阻抗调谐器和孔径调谐器的设置,而在其他示例中,天线调谐器设置可涉及阻抗调谐器或孔径调谐器。在该示例中,当前天线调谐器设置 AT_N 可包括当前孔径调谐器状态302D和当前阻抗调谐器状态302E。

[0078] 在一些方面,天线阻抗估计器402可使用经训练以基于孔径调谐器设置来预测虚拟阻抗的机器学习模型(诸如经训练的神经网络模型、决策树、提升树或另一类型的模型)来实现。

[0079] 基于天线阻抗估计值404A至404B,天线效率估计器406预测虚拟天线效率估计值(例如,经估计性能度量)408A至408B。虚拟天线效率可涉及例如基于不同天线调谐器设置(例如,在该示例中为 AT_1 至 AT_{N-1})的天线的发射功率效率。此外,天线效率估计器406基于实际天线调谐器设置来确定天线的效率,如在当前孔径调谐器状态302D和阻抗调谐器状态302E中。

[0080] 向比较器410提供基于未选择天线调谐器设置的虚拟天线效率(例如,408A至408B)和基于当前天线调谐器设置的实际天线效率(例如,408C)两者,以确定最优天线调谐器设置412。例如,最优孔径调谐器设置412可以是提供最高发射功率效率的设置。可向代理(诸如图3中的代理304)提供最优天线调谐器设置412,作为用于执行强化学习的反馈数据,如上所述。因此,反馈数据可用于帮助代理调整其策略以基于例如设备操作特性来更频繁地选择最优天线调谐器设置。

[0081] 尽管在图4中未描绘,但性能估计器306可考虑其他输入,并且其他模型可用于估计虚拟性能值,这些虚拟性能值可与实际性能值进行比较(例如,由比较器410进行)以确定最佳天线调谐器设置。例如,性能估计器306可考虑由与设备进行无线数据通信的网络提供的指示符,举几个示例,这些指示符包括接收信号接收功率(RSRP)度量、接收信号接收质量(RSRQ)度量、信噪比度量(SNR/SINR)、接收信号强度指示符(RSSI)。由网络提供的实际值可与来自合适模型的估计值进行比较,以便选择最优孔径调谐器设置412。

[0082] 自适应天线调谐的示例方法

[0083] 图5描绘了在具有无线数据通信系统的设备中执行自适应天线调谐的示例方法

500, 诸如上文相对于图2至图4所描述的。

[0084] 方法500开始于步骤502, 其中接收设备的无线数据传输系统的一个或多个操作特性。例如, 操作特性可类似于相对于图3所描述的输入302以及其他特性, 诸如来自设备的传感器数据。

[0085] 然后, 方法500前进至步骤504, 其中基于该一个或多个操作特性, 使用无线数据传输系统配置模型来确定目标无线数据传输系统配置。例如, 该模型可由代理 (诸如上文相对于图3所描述的代理304) 实现。

[0086] 然后, 方法500前进至步骤506, 其中在无线数据传输系统中实现目标无线数据传输系统配置。

[0087] 在一些方面, 方法500还包括使用第一估计器模型来确定使用与目标无线数据传输系统配置不同的一个或多个虚拟无线数据传输系统配置的无线数据传输系统的一个或多个经估计操作特性, 诸如相对于图4利用阻抗估计器402所描述的。在一些方面, 第一估计器模型包括神经网络模型。

[0088] 在一些方面, 方法500还包括基于该一个或多个经估计操作特性, 使用第二估计器模型来确定无线数据传输系统的一个或多个经估计性能度量, 诸如相对于图4利用天线效率估计器406的所描述的。在一些方面, 第二估计器模型包括神经网络模型。

[0089] 在一些方面, 方法500还包括基于所实现的目标无线数据传输系统配置来确定实际性能度量, 诸如相对于图4利用天线效率估计值408C所描述的。

[0090] 在一些方面, 方法500还包括基于实际性能度量和该一个或多个经估计性能度量来确定目标无线数据传输系统配置和该一个或多个虚拟无线数据传输系统配置中的最佳无线数据传输系统配置, 诸如相对于图4利用比较器410所描述的。

[0091] 在一些方面, 方法500还包括基于所确定的最佳无线数据传输系统配置来生成反馈数据。在一些方面, 反馈数据包括最佳无线数据传输系统配置, 诸如相对于图4利用最优天线调谐器设置412所描述的。

[0092] 在一些方面, 反馈数据包括以下各项中的一者: 目标无线数据传输系统配置与最佳无线数据传输系统配置匹配的情形下的强化学习模型的奖励信号; 或者目标无线数据传输系统配置与最佳无线数据传输系统配置不匹配的情形下的惩罚信号。

[0093] 在一些方面, 方法500还包括基于反馈数据来更新无线数据传输系统配置模型。在一些方面, 无线数据传输系统配置模型是强化学习模型。

[0094] 在一些方面, 实际性能度量包括由与设备进行无线数据通信的网络提供的指示符。在一些方面, 指示符包括以下各项中的至少一者: 接收信号接收功率 (RSRP) 度量; 接收信号接收质量 (RSRQ) 度量; 信噪比度量 (SNR/SINR); 或接收信号强度指示符 (RSSI)。在其他方面, 其他网络关键性能指示符 (KPI) 或甚至从网络上的其他设备众包的度量可被用作实际性能度量。

[0095] 在一些方面, 方法500还包括基于目标无线数据传输系统配置来确定用于阻抗调谐器的最优调谐代码。通常, 最优调谐代码是在从功率放大器递送的功率与由天线发射的功率之间存在最小损耗的调谐代码。

[0096] 在一些方面, 该一个或多个操作特性包括: 无线数据传输系统的元件的实阻抗; 该无线数据传输系统的该元件的虚阻抗; 该无线数据传输系统的一个或多个频率; 和天线调

谐器状态。例如,天线调谐器状态可包括阻抗调谐器状态、孔径调谐器状态和/或其他调谐器状态中的一者或多者。

[0097] 在一些方面,元件是无线数据传输系统的天线,并且目标无线数据传输系统配置包括天线调谐器设置。在一些方面,天线调谐器设置包括孔径调谐器设置或阻抗调谐器设置中的至少一者。

[0098] 用于执行自适应天线调谐的示例电子设备

[0099] 图6描绘了用于执行稀疏性感知存储器内计算的示例处理系统600,诸如本文例如相对于图2至图5所描述的。

[0100] 处理系统600包括中央处理单元(CPU)602,其在一些示例中可以是多核CPU。在CPU 602处执行的指令可例如从与CPU 602相关联的程序存储器加载或可从存储器分区624加载。

[0101] 处理系统600还包括为特定功能定制的附加处理组件,诸如图形处理单元(GPU)604、数字信号处理器(DSP)606、神经处理单元(NPU)608、多媒体处理单元610和无线连通性组件612。

[0102] NPU(诸如608)通常是被配置用于实现用于执行机器学习算法(诸如用于处理人工神经网络(ANN)、深度神经网络(DNN)、随机森林(RF)等的算法)的所有必要的控制和算术逻辑的专用电路。NPU有时可替换地被称为神经信号处理器(NSP)、张量处理单元(TPU)、神经网络处理器(NNP)、智能处理单元(IPU)、视觉处理单元(VPU)、或图形处理单元。

[0103] NPU(诸如608)被配置成加速常见机器学习任务(诸如图像分类、机器翻译、对象检测以及各种其他预测模型)的执行。在一些示例中,多个NPU可在单个芯片(诸如片上系统(SoC))上实例化,而在其他示例中,多个NPU可以是专用神经网络加速器的一部分。

[0104] NPU可被优化用于训练或推断,或者在一些情形中被配置成平衡两者之间的性能。对于能够执行训练和推断两者的NPU,这两个任务一般仍可独立地执行。

[0105] 被设计成加速训练的NPU一般被配置成加速新模型的优化,这是涉及输入现有数据集(通常是被标记的或含标签的)、在数据集上进行迭代、并且随后调整模型参数(诸如权重和偏置)以便提高模型性能的高度计算密集的操作。一般而言,基于错误预测进行优化涉及往回传递通过模型的各层并确定梯度以减少预测误差。

[0106] 被设计成加速推断的NPU一般被配置成在完整模型上操作。此类NPU由此可被配置成:输入新的数据片段并通过已经训练的模型对其快速处理以生成模型输出(例如,推断)。

[0107] 在一种实现中,NPU 608是CPU 602、GPU 604和/或DSP 606中的一者或多者的一部分。

[0108] 在一些示例中,无线连通性组件612可包括例如用于第三代(3G)连通性、第四代(4G)连通性(例如,4G LTE)、第五代连通性(例如,5G或NR)、Wi-Fi连通性、蓝牙连通性、以及其他无线数据传输标准的子组件。无线连通性处理组件612进一步连接到一个或多个天线614。

[0109] 处理系统600还可包括与任何方式的传感器相关联的一个或多个传感器处理单元616、与任何方式的图像传感器相关联的一个或多个图像信号处理器(ISP)618、和/或导航处理器620,该导航处理器可包括基于卫星的定位系统组件(例如,GPS或GLONASS)以及惯性定位系统组件。

[0110] 处理系统600还可包括一个或多个输入和/或输出设备622,诸如屏幕、触敏表面(包括触敏显示器)、物理按钮、扬声器、话筒等。

[0111] 在一些示例中,处理系统600的一个或多个处理器可基于ARM或RISC-V指令集。

[0112] 处理系统600还包括存储器624,该存储器表示一个或多个静态和/或动态存储器,诸如动态随机存取存储器、基于闪存的静态存储器等。在该示例中,存储器624包括计算机可执行组件,其可由处理系统600的前述处理器中的一个或多个处理器执行。

[0113] 具体地,在该示例中,存储器624包括测量组件624A、自适应调谐组件624B、估计组件624C、接收组件624D、发射组件624E和设置数据库624F。所描绘的组件以及其他未描绘的组件可被配置成执行本文所描述的方法的各个方面。

[0114] 处理系统600还包括孔径调谐器626,诸如上文例如相对于图2所描述的。

[0115] 处理系统600还包括阻抗调谐器628,诸如上文相对于图2所描述的。

[0116] 通常,处理系统600和/或其组件可被配置成执行本文所述的方法。

[0117] 值得注意的是,在其他情况下,可省略处理系统600的各方面。例如,在其他方面,可省略多媒体组件610、ISP 618和/或导航组件620。此外,处理系统600的各方面可分布于多个设备之间。

[0118] 另选方面

[0119] 另选方面在以下编号的条款中阐述。

[0120] 条款1:一种方法,所述方法包括:接收设备的无线数据传输系统的一个或多个操作特性;基于所述一个或多个操作特性,使用无线数据传输系统配置模型来确定目标无线数据传输系统配置;以及在所述无线数据传输系统中实现所述目标无线数据传输系统配置。

[0121] 条款2:根据条款1所述的方法,所述方法还包括:使用第一估计器模型来确定使用与所述目标无线数据传输系统配置不同的一个或多个虚拟无线数据传输系统配置的所述无线数据传输系统的一个或多个经估计操作特性;基于所述一个或多个经估计操作特性,使用第二估计器模型来确定所述无线数据传输系统的一个或多个经估计性能度量;基于所实现的目标无线数据传输系统配置来确定实际性能度量;基于所述实际性能度量和所述一个或多个经估计性能度量来确定所述目标无线数据传输系统配置和所述一个或多个虚拟无线数据传输系统配置中的最佳无线数据传输系统配置;以及基于所确定的最佳无线数据传输系统配置来生成反馈数据。

[0122] 条款3:根据条款2所述的方法,所述方法还包括基于所述反馈数据来更新所述无线数据传输系统配置模型。

[0123] 条款4:根据条款3所述的方法,其中所述无线数据传输系统配置模型是强化学习模型。

[0124] 条款5:根据条款4所述的方法,其中所述反馈数据包括以下各项中的一者:所述目标无线数据传输系统配置与所述最佳无线数据传输系统配置匹配的情形下的所述强化学习模型的奖励信号;或所述目标无线数据传输系统配置与所述最佳无线数据传输系统配置不匹配的情形下的惩罚信号。

[0125] 条款6:根据条款4所述的方法,其中所述反馈数据包括所述最佳无线数据传输系统配置。

[0126] 条款7:根据条款2至6中任一项所述的方法,其中所述实际性能度量包括由与所述设备进行无线数据通信的网络提供的指示符。

[0127] 条款8:根据条款7所述的方法,其中所述指示符包括以下各项中的至少一者:接收信号接收功率(RSRP)度量;接收信号接收质量(RSRQ)度量;信噪比度量(SNR/SINR);或接收信号强度指示符(RSSI)。

[0128] 条款9:根据条款2至8中任一项所述的方法,其中所述第一估计器模型包括神经网络模型。

[0129] 条款10:根据条款2至9中任一项所述的方法,其中所述第二估计器模型包括神经网络模型。

[0130] 条款11:根据条款1至10中任一项所述的方法,所述方法还包括基于所述目标无线数据传输系统配置来确定用于阻抗调谐器的最优调谐代码。

[0131] 条款12:根据条款1至11中任一项所述的方法,其中所述一个或多个操作特性包括:所述无线数据传输系统的元件的实阻抗;所述无线数据传输系统的所述元件的虚阻抗;所述无线数据传输系统的频率;和天线调谐器状态。

[0132] 条款13:根据条款12所述的方法,其中:所述元件是所述无线数据传输系统的天线,并且所述目标无线数据传输系统配置包括天线调谐器设置。

[0133] 条款14:根据条款13所述的方法,其中所述天线调谐器设置包括孔径调谐器设置或阻抗调谐器设置中的至少一者。

[0134] 条款15:一种处理系统,所述处理系统包括:无线数据传输系统;存储器,所述存储器包括计算机可执行指令;和一个或多个处理器,所述一个或多个处理器被配置成执行所述计算机可执行指令并且使得所述处理系统执行根据条款1至14中任一项所述的方法。

[0135] 条款16:一种处理系统,所述处理系统包括用于执行根据条款1至14中任一项所述的方法的装置。

[0136] 条款17:一种非暂态计算机可读介质,所述非暂态计算机可读介质包括计算机可执行指令,所述计算机可执行指令在由处理系统的一个或多个处理器执行时使得所述处理系统执行根据条款1至14中任一项所述的方法。

[0137] 条款18:一种体现在计算机可读存储介质上的计算机程序产品,所述计算机可读存储介质包括用于执行根据条款1至14中任一项所述的方法的代码。

[0138] 附加考虑

[0139] 提供前面的描述是为了使本领域的任何技术人员能够实践本文描述的各个方面。本文讨论的示例不限制在权利要求中阐述的范围、适用性或方面。对这些方面的各种修改对于本领域技术人员而言将是显而易见的,并且本文中所定义的通用原理可以应用于其他方面。例如,在不脱离本公开内容的范围的情况下,可以对所讨论的元件的功能和布置进行改变。各个示例可以视情况省略、替换或增加各个过程或组件。例如,所描述的方法可以以不同于所描述的顺序执行,并且可以添加、省略或组合各种步骤。此外,针对一些示例描述的特征可以在一些其他示例中组合。例如,可以使用本文中阐述的任何数量个方面来实现装置或实践方法。另外,本公开内容的范围旨在涵盖使用作为本文所阐述的本公开内容的各个方面的补充或替代的其他结构、功能性、或者结构与功能性来实施的这种装置或方法。应当理解,本文所公开的公开内容的任何方面可以通过权利要求中的一个或多个元素来体

现。

[0140] 如本文所使用的,术语“示例性”意指“用作示例、实例或例示”。本文中被描述为“示例性的”任何方面未必被解释为比其它方面优选或具有优势。

[0141] 如本文所使用的,提到条目列表“中的至少一项”的短语,指代这些条目的任意组合(其包括单一成员)。举例而言,“a、b或c中的至少一项”旨在覆盖a、b、c、a-b、a-c、b-c和a-b-c、以及具有多个相同元素的任意组合(例如,a-a、a-a-a、a-a-b、a-a-c、a-b-b、a-c-c、b-b、b-b-b、b-b-c、c-c和c-c-c,或者a、b和c的任何其它排序)。

[0142] 如本文所使用的,术语“确定”涵盖各种各样的动作。例如,“确定”可以包括计算、运算、处理、推导、调查、查找(例如,在表、数据库或另一数据结构中查找)、断定、等等。而且,“确定”可以包括接收(例如,接收信息)、访问(例如,访问存储器中的数据)等。此外,“确定”可以包括解析、选择、挑选、建立等等。

[0143] 本文中所公开的方法包括用于实现方法的一个或多个步骤或动作。方法的步骤和/或动作可以彼此互换而不偏离权利要求的范围。即,除非指定了步骤或动作的特定顺序,否则在不脱离权利要求的范围的情况下,可以修改特定步骤和/或动作的顺序和/或使用。此外,上文所描述的方法的各种操作可以由能够执行对应功能的任何适当的装置来执行。该装置可以包括各种硬件和/或软件组件和/或模块,包括但不限于电路、专用集成电路(ASIC)或处理器。通常,在存在附图中示出的操作的情况下,那些操作可以具有相应的对应装置加功能组件。

[0144] 以下权利要求并非旨在被限定于本文中示出的各方面,而是应被授予与权利要求的语言相一致的全部范围。在权利要求内,除非明确地声明如此,否则对单数形式的元素的提及不旨在意指“一个且仅一个”,而是“一个或多个”。除非另有特别说明,否则术语“一些”是指一个或多个。任何权利要求要素都不应根据35U.S.C. §112(f)的规定来解释,除非使用短语“用于.....的装置”来明确地记载该元素,或者在方法权利要求的情况下,使用短语“用于.....的步骤”来记载该元素。贯穿本公开描述的各个方面的元素的对于本领域普通技术人员来说是已知的或稍后将是已知的所有结构和功能等同方案通过引用的方式明确地并入本文,并且旨在被权利要求所涵盖。此外,本文所公开的任何内容都不是旨在奉献给公众的,无论这种公开是否在权利要求中明确地记载。

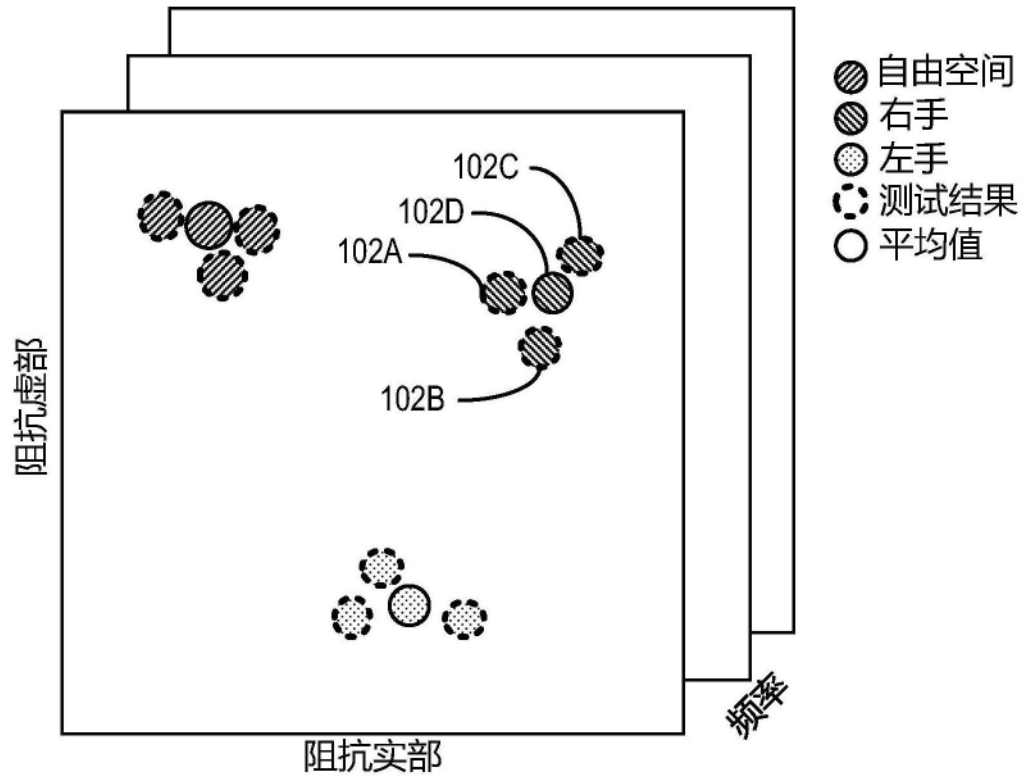


图1A

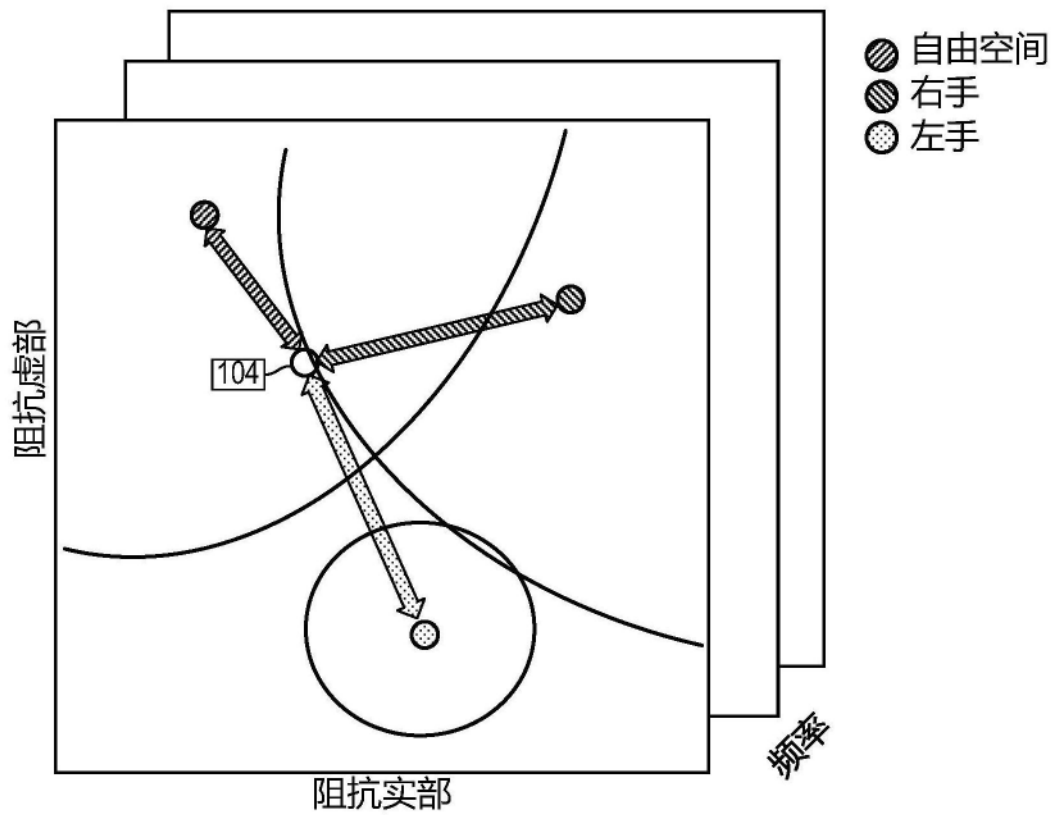


图1B

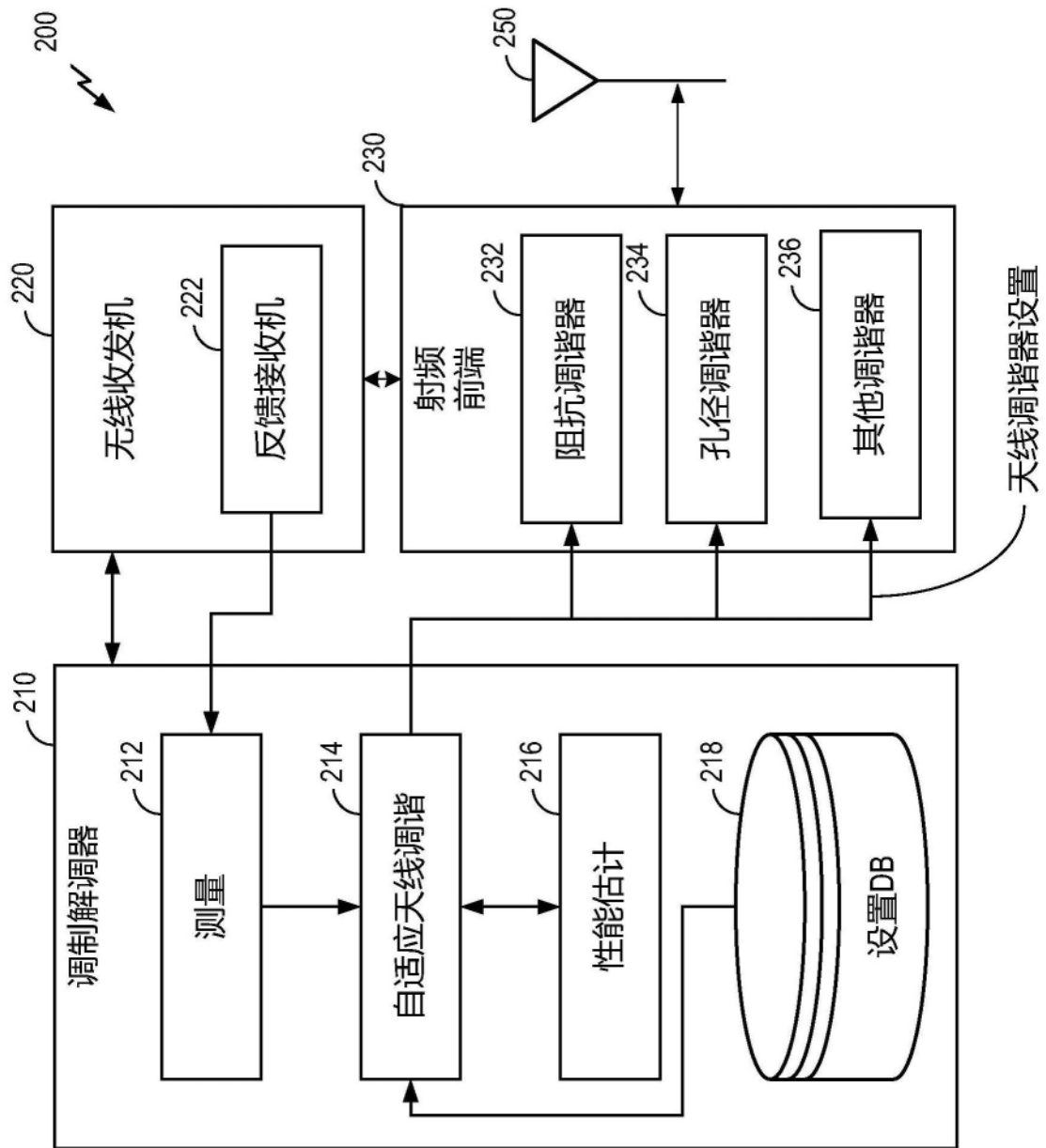


图2

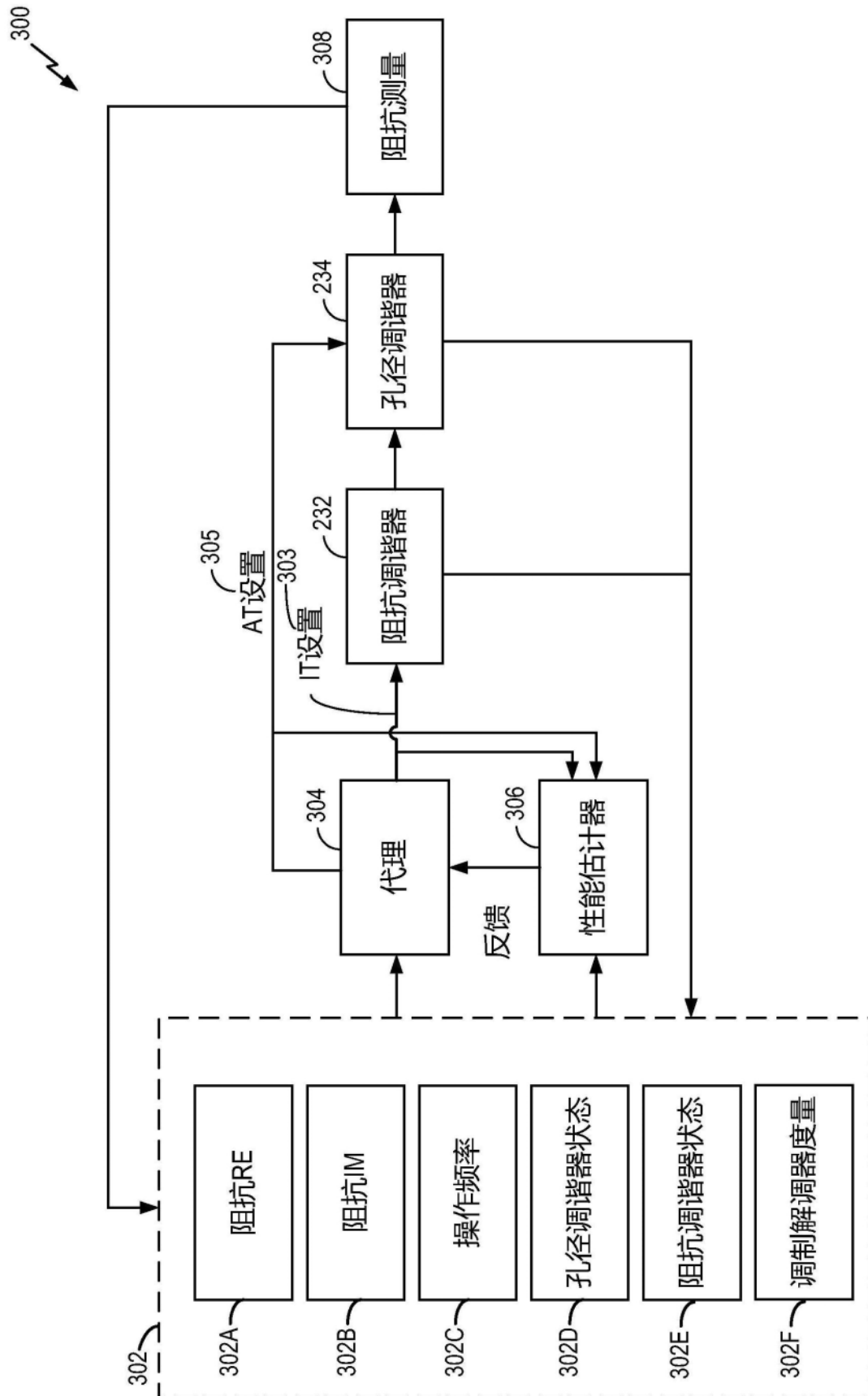


图3

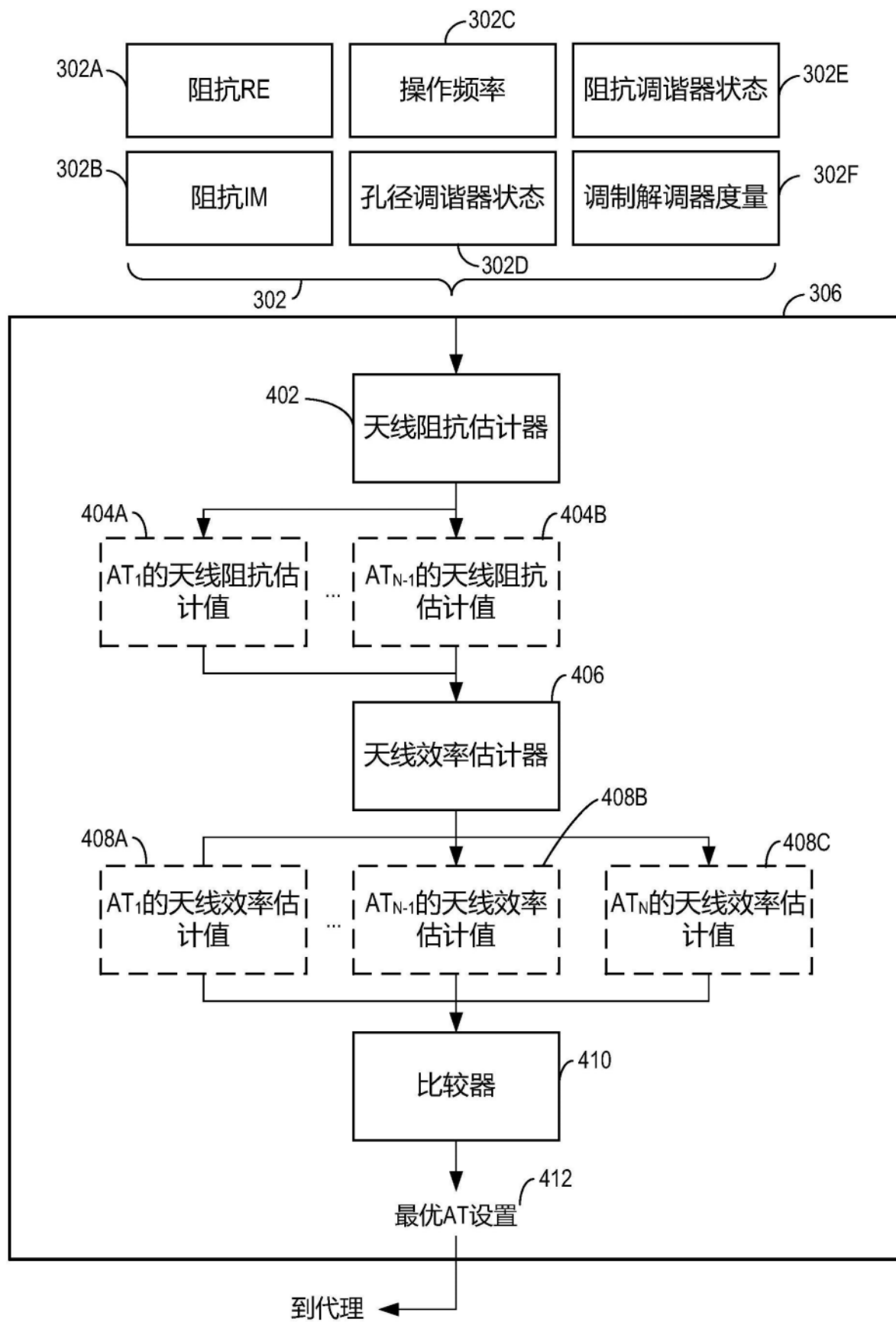


图4

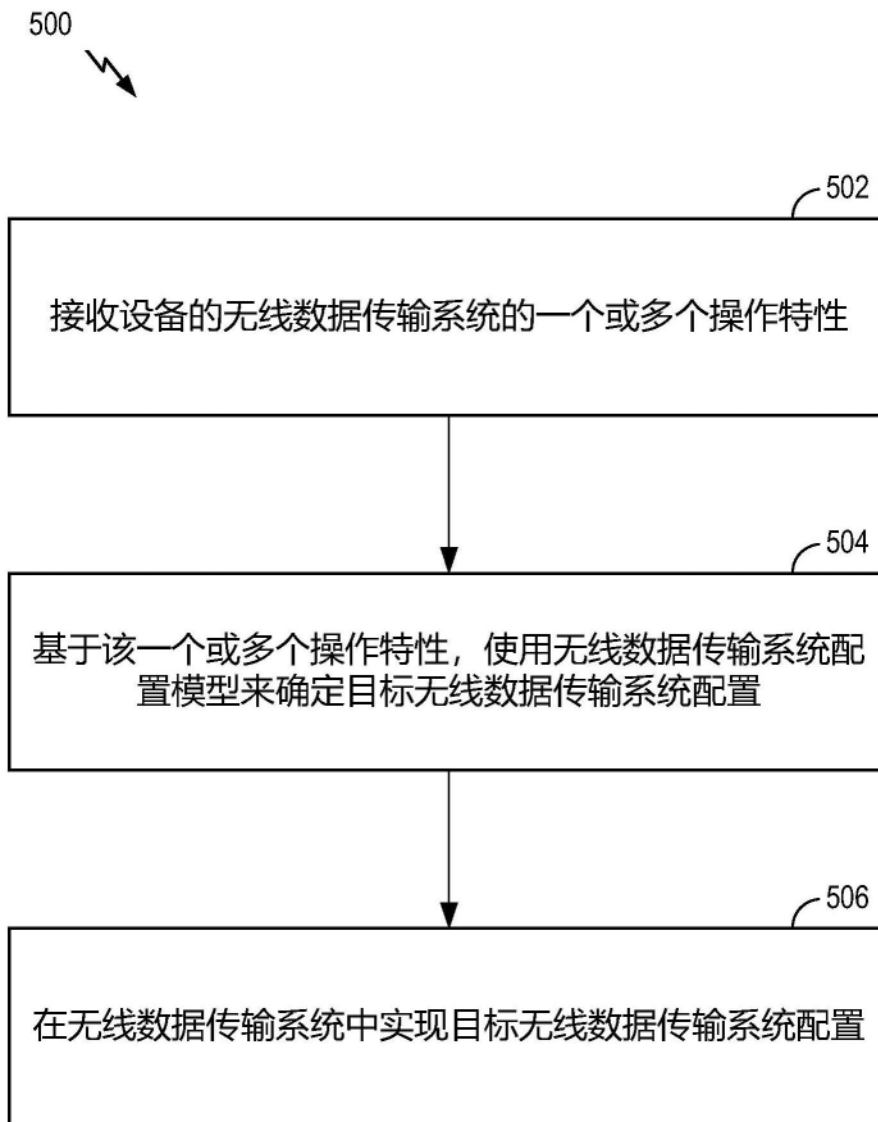


图5

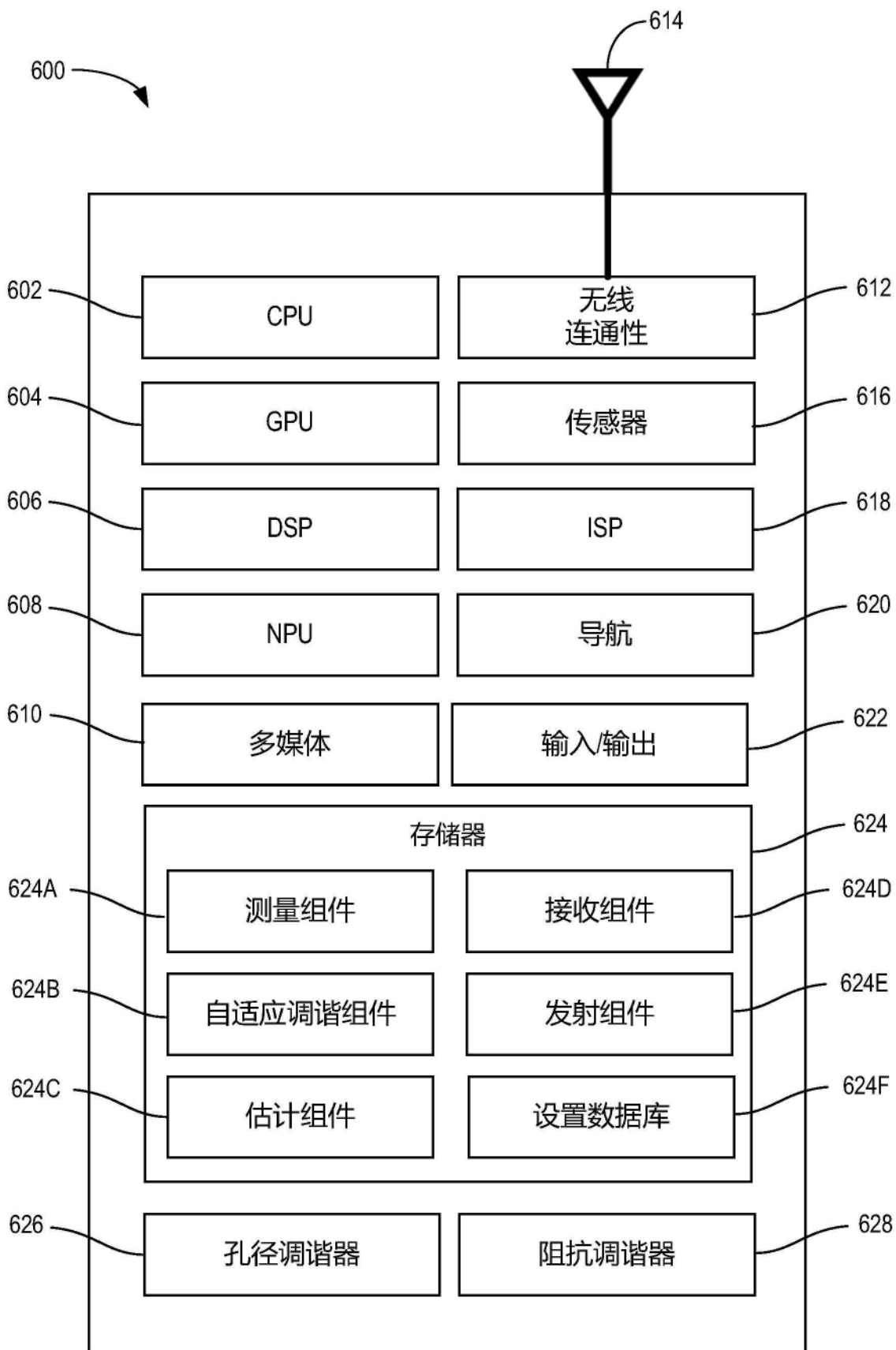


图6