



(10) 授权公告号 CN 115104292 B

(45) 授权公告日 2024. 06. 25

(21) 申请号 202180014893.3

(22) 申请日 2021.01.22

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115104292 A

(43) 申请公布日 2022.09.23

(30) 优先权数据

62/980,776 2020.02.24 US

63/009,369 2020.04.13 US

17/154,215 2021.01.21 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.08.16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/014503 2021.01.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/173267 EN 2021.09.02

(73) 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 J·纳姆古 K·K·穆克维利

T·余 N·布尚 季庭方

P·K·维特哈拉德夫尤尼

J·K·孙达拉拉詹

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理师 戴开良

(51) Int.Cl.

H04L 27/26 (2006.01)

G06N 3/02 (2006.01)

G06N 20/00 (2006.01)

(56) 对比文件

Lanping Li等.Improved Tone

Reservation Method Based on Deep Learning
for PAPR Reduction in OFDM System.《2019
11th International Conference on Wireless
Communications and Signal Processing
(WCSP) 》.2019,第1271-1274页,摘要,1-4节.

审查员 胡迪

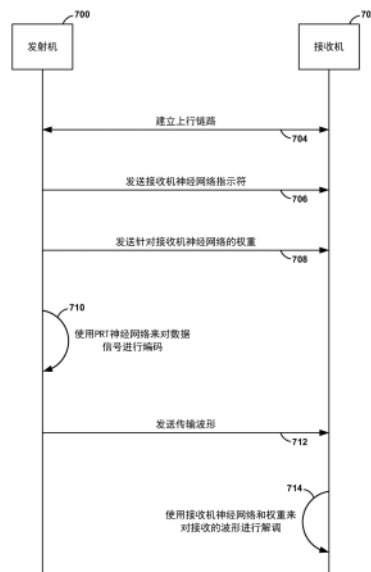
权利要求书4页 说明书23页 附图15页

(54) 发明名称

使用峰值降低音调的基于机器学习的接收
机性能改善

(57) 摘要

各种实施例包括在无线通信设备的接收机电路中执行的、用于对无线传输波形进行解调以重新构建数据音调的方法,其可以包括从发射机接收包括通过在发射机中的PRT神经网络插入的峰值降低音调(PRT)的无线传输波形,以及使用已经基于发射机的输出来训练的解码器神经网络,对所接收的无线传输波形进行解调,以输出对数据音调的重新构建。进一步的实施例包括在发射机电路与接收机电路之间交换信息,以协调用于在进行发送的无线通信设备中插入PRT的PRT神经网络和在进行接收的无线通信设备中使用的、用于对从进行发送的无线通信设备接收的传输波形进行解调的解码器神经网络。



1. 一种在无线通信设备的接收机电路中执行的、用于对无线传输波形进行解调以重新构建数据音调的方法,包括:

从发射机接收无线传输波形,所述无线传输波形包括由在所述发射机中的峰值降低音调(PRT)神经网络生成的PRT;以及

使用已经被基于所述发射机的输出来进行训练的接收机神经网络,对所接收的无线传输波形进行解调,以输出对所述数据音调的重新构建,其中,所述接收机神经网络已经被利用嵌入在由所述发射机输出的无线传输波形内与PRT相关的信息进行了训练。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:从存储在所述无线通信设备中的多个训练的接收机神经网络之中选择接收机神经网络,所述接收机神经网络已经被在由所接收的传输波形的所述发射机使用的所述PRT神经网络上进行训练。

3. 根据权利要求2所述的方法,还包括:从所述发射机接收针对所述接收机神经网络的权重,其中,使用已经基于所述发射机的输出来训练的所述接收机神经网络,对所接收的传输波形进行解调包括:使用所选择的接收机神经网络和从所述发射机接收的针对所述接收机神经网络的所述权重,对所接收的传输波形进行解调。

4. 根据权利要求2所述的方法,还包括:从所接收的传输波形的所述发射机接收所述接收机神经网络的指示符,所述接收机神经网络已经被在由所接收的传输波形的所述发射机使用的所述PRT神经网络上进行训练,其中,从存储在所述无线通信设备中的多个训练的接收机神经网络之中选择接收机神经网络包括:基于从所述发射机接收的所述指示符来选择所述接收机神经网络。

5. 根据权利要求4所述的方法,还包括:从所述发射机接收针对所述接收机神经网络的权重,其中,使用已经基于所述发射机的输出来训练的所述接收机神经网络,对所接收的传输波形进行解调包括:使用所选择的接收机神经网络和从所述发射机接收的针对所述接收机神经网络的所述权重,对所接收的传输波形进行解调。

6. 根据权利要求1所述的方法,还包括:向所述发射机发送要由所述发射机使用以将PRT插入传输波形中的PRT神经网络的指示符,其中,与所述指示符相关联的所述PRT神经网络用于训练用于对从所述发射机接收的传输波形进行解调的所述接收机神经网络。

7. 根据权利要求6所述的方法,还包括:向所述发射机发送针对所述PRT神经网络的权重。

8. 一种接收机无线通信设备,包括:

处理设备,其被配置具有处理器可执行指令以执行包括以下各项的操作:

从发射机接收包括峰值降低音调(PRT)的无线传输波形,所述PRT是由在所述发射机中的PRT神经网络生成的;以及

使用已经基于所述发射机的输出来训练的接收机神经网络,对所接收的无线传输波形进行解调,以输出对数据音调的重新构建,其中,所述接收机神经网络已经被利用嵌入在由所述发射机输出的无线传输波形内与PRT相关的信息进行了训练。

9. 根据权利要求8所述的接收机无线通信设备,其中,所述处理设备被配置具有处理器可执行指令以执行还包括以下各项的操作:从存储在所述接收机无线通信设备中的多个训练的接收机神经网络之中选择接收机神经网络,所述接收机神经网络已经被在由所接收的传输波形的所述发射机使用的所述PRT神经网络上进行训练。

10. 根据权利要求9所述的接收机无线通信设备, 其中, 所述处理设备被配置具有处理器可执行指令以执行还包括以下各项的操作: 从所述发射机接收针对所述接收机神经网络的权重, 其中, 使用已经基于所述发射机的输出来训练的所述接收机神经网络, 对所接收的传输波形进行解调包括: 使用所选择的接收机神经网络和从所述发射机接收的针对所述接收机神经网络的所述权重, 对所接收的传输波形进行解调。

11. 根据权利要求9所述的接收机无线通信设备, 其中, 所述处理设备被配置具有处理器可执行指令以执行还包括以下各项的操作: 从所接收的传输波形的所述发射机接收所述接收机神经网络的指示符, 所述接收机神经网络已经被在由所接收的传输波形的所述发射机使用的所述PRT神经网络上进行训练, 其中, 从存储在所述接收机无线通信设备中的多个训练的接收机神经网络之中选择接收机神经网络包括: 基于从所述发射机接收的所述指示符来选择所述接收机神经网络。

12. 根据权利要求11所述的接收机无线通信设备, 其中, 所述处理设备被配置具有处理器可执行指令以执行还包括以下各项的操作: 从所述发射机接收针对所述接收机神经网络的权重, 其中, 使用已经基于所述发射机的输出来训练的所述接收机神经网络, 对所接收的传输波形进行解调包括: 使用所选择的接收机神经网络和从所述发射机接收的针对所述接收机神经网络的所述权重, 对所接收的传输波形进行解调。

13. 根据权利要求8所述的接收机无线通信设备, 其中, 所述处理设备被配置具有处理器可执行指令以执行还包括以下各项的操作: 向所述发射机发送要由所述发射机使用以将PRT插入传输波形中的PRT神经网络的指示符, 其中, 与所述指示符相关联的所述PRT神经网络用于训练用于对从所述发射机接收的传输波形进行解调的所述接收机神经网络。

14. 根据权利要求13所述的接收机无线通信设备, 其中, 所述处理设备被配置具有处理器可执行指令以执行还包括以下各项的操作: 向所述发射机发送针对所述PRT神经网络的权重。

15. 一种在无线通信设备的发射机电路中执行的、用于经由无线传输波形向接收机发送数据音调的方法, 包括:

通过被训练为生成峰值降低音调 (PRT) 的PRT神经网络来处理所述数据音调, 所述PRT当与所述数据音调组合时将使得传输波形将表现在峰均功率比 (PAPR) 限制门限内的PAPR; 以及

将所述数据音调与通过所述PRT神经网络输出的PRT进行组合, 以输出传输波形用于发送给被配置具有接收机神经网络的进行接收的无线通信设备, 所述接收机神经网络已经被基于所述发射机电路的输出来进行训练以对来自所述发射机电路的无线传输波形进行解调, 其中, 所述接收机神经网络已经被利用嵌入在由所述发射机电路输出的无线传输波形内与PRT相关的信息进行了训练。

16. 根据权利要求15所述的方法, 还包括:

发送神经网络指示符, 所述神经网络指示符被配置为指示用于由所述进行接收的无线通信设备在对所发送的无线传输波形进行解调时使用的接收机神经网络, 其中, 所指示的接收机神经网络是基于所述发射机电路的输出来训练的。

17. 根据权利要求16所述的方法, 还包括: 向所述进行接收的无线设备发送针对所指示的接收机神经网络的权重。

18. 根据权利要求15所述的方法, 还包括:

从存储在所述无线通信设备上的多个PRT神经网络之中选择PRT神经网络以在处理所述数据音调时使用, 以生成用于对在所述进行接收的无线通信设备中使用的所述接收机神经网络进行训练的PRT。

19. 根据权利要求18所述的方法, 还包括: 从所述进行接收的无线通信设备接收针对所述进行接收的无线通信设备的权重。

20. 根据权利要求18所述的方法, 还包括: 从所述进行接收的无线通信设备接收所述PRT神经网络的指示符以进行使用, 其中, 从存储在所述无线通信设备上的多个PRT神经网络之中选择PRT神经网络以在处理所述数据音调时使用以生成PRT包括: 选择与所接收的指示符相对应的所述PRT神经网络。

21. 根据权利要求20所述的方法, 还包括: 从所述进行接收的无线通信设备接收针对所述进行接收的无线通信设备的权重。

22. 一种发射机无线通信设备, 包括:

处理设备, 其被配置具有处理器可执行指令以执行包括以下各项的操作:

通过被训练为生成峰值降低音调 (PRT) 的PRT神经网络来处理数据音调, 所述PRT当与所述数据音调组合时将使得传输波形将表现在峰均功率比 (PAPR) 限制门限内的PAPR; 以及

将所述数据音调与通过所述PRT神经网络输出的PRT进行组合, 以输出传输波形用于发送给被配置具有接收机神经网络的进行接收的无线通信设备, 所述接收机神经网络已经被基于发射机电路的输出来进行训练以对来自所述发射机电路的无线传输波形进行解调, 其中,

所述接收机神经网络已经被利用嵌入在由所述发射机电路输出的无线传输波形内与PRT相关的信息进行了训练。

23. 根据权利要求22所述的发射机无线通信设备, 其中, 所述处理设备被配置具有处理器可执行指令以执行还包括以下各项的操作: 发送神经网络指示符, 所述神经网络指示符被配置为指示用于由所述进行接收的无线通信设备在对所发送的无线传输波形进行解调时使用的接收机神经网络, 其中, 所指示的接收机神经网络是基于所述发射机电路的输出来训练的。

24. 根据权利要求23所述的发射机无线通信设备, 其中, 所述处理设备被配置具有处理器可执行指令以执行还包括以下各项的操作: 向所述进行接收的无线设备发送针对所指示的接收机神经网络的权重。

25. 根据权利要求22所述的发射机无线通信设备, 其中, 所述处理设备被配置具有处理器可执行指令, 以执行还包括以下各项的操作: 从存储在所述发射机无线通信设备上的多个PRT神经网络之中选择PRT神经网络以在处理所述数据音调时使用, 以生成用于对在所述进行接收的无线通信设备中使用的所述接收机神经网络进行训练的PRT。

26. 根据权利要求25所述的发射机无线通信设备, 其中, 所述处理设备被配置具有处理器可执行指令以执行还包括以下各项的操作: 从所述进行接收的无线通信设备接收针对所述进行接收的无线通信设备的权重。

27. 根据权利要求25所述的发射机无线通信设备, 其中, 所述处理设备被配置具有处理器可执行指令以执行还包括以下各项的操作: 从所述进行接收的无线通信设备接收所述

PRT神经网络的指示符以进行使用,其中,从存储在所述发射机无线通信设备上的多个PRT神经网络之中选择PRT神经网络以在处理所述数据音调时使用以生成PRT包括:选择与所接收的指示符相对应的所述PRT神经网络。

28.根据权利要求27所述的发射机无线通信设备,其中,所述处理设备被配置具有处理器可执行指令以执行还包括以下各项的操作:从所述进行接收的无线通信设备接收针对所述进行接收的无线通信设备的权重。

使用峰值降低音调的基于机器学习的接收机性能改善

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求于2020年2月24日递交的、名称为“Machine Learning Based Receiver Performance Improvement Using Peak Reduction Tones”的、编号为62/980,776的美国临时专利申请以及于2020年4月13日递交的、名称为“Machine Learning Based Uplink Coverage Enhancement Using Peak Reduction Tones”的、编号为63/009,369的美国临时专利申请的优先权的利益。两个临时申请的全部内容是由于所有目的以引用的方式并入本专利申请中。

背景技术

[0003] 在无线通信系统(比如在针对第五代(5G)新无线电(NR)的标准下指定的那些系统)中,使用正交频分复用(OFDM)波形的常规方式遭受大的峰均功率比(PAPR)。减弱大的PAPR可能使得以降低的功率放大器效率为代价的大量的功率放大器退避成为必需。

发明内容

[0004] 各个方面包括由无线通信设备执行的无线通信的系统和方法,比如基站和移动无线设备。

[0005] 各个方面可以包括在接收机无线通信设备的接收机电路中执行用于对无线传输波形进行解调的操作以重新构建数据音调,所述操作包括:从发射机接收包括通过在发射机中的PRT神经网络生成的峰值降低音调(PRT)的无线传输波形,以及使用已经基于发射机的输出来训练的接收机神经网络,对接收的无线传输波形进行解调,以输出对数据音调的重新构建。

[0006] 一些方面还可以包括:从在接收机无线通信设备中存储的多个训练的接收机神经网络之中选择已经在由所接收的传输波形的发射机使用的PRT神经网络上训练的接收机神经网络。一些方面还可以包括从所接收的传输波形的发射机接收已经在由所接收的传输波形的发射机使用的PRT神经网络上训练的接收机神经网络的指示符,其中,从存储在接收机无线通信设备中的多个训练的接收机神经网络之中选择接收机神经网络包括:基于从发射机接收的指示符来选择接收机神经网络。一些方面还可以包括从发射机接收针对接收机神经网络的权重,其中,使用已经基于发射机的输出来训练的接收机神经网络,对所接收的传输波形进行解调包括:使用所选择的接收机神经网络和从发射机接收的针对接收机神经网络的权重,对所接收的传输波形进行解调。

[0007] 一些方面还可以包括向发射机发送要由发射机使用以将PRT插入传输波形中的PRT神经网络的指示符,其中,与指示符相关联的PRT神经网络用于训练用于对从发射机接收的传输波形进行解调的接收机神经网络。一些方面还可以包括向发射机发送针对PRT神经网络的权重。

[0008] 各个方面可以包括经由到接收机的无线传输波形来在发射机无线通信设备的发射机电路中执行用于发送数据音调的操作,所述操作包括:通过被训练为生成PRT的PRT神

神经网络来处理所述数据音调,所述PRT当与数据音调组合时将使得传输波形将表现在峰均功率比(PAPR)限制门限内的PAPR,以及将所述数据音调与通过所述PRT神经网络输出的PRT进行组合,以输出传输波形用于发送给被配置具有接收机神经网络的进行接收的无线通信设备,所述接收机神经网络已经被基于发射机电路的输出来进行训练以对来自发射机电路的无线传输波形进行解调。

[0009] 一些方面还可以包括发送神经网络指示符,所述神经网络指示符被配置为指示用于由进行接收的无线通信设备在对所发送的无线传输波形进行解调时使用的接收机神经网络,其中,所指示的接收机神经网络是基于发射机电路的输出来训练的。一些方面还可以包括向进行接收的无线设备发送针对所指示的接收机神经网络的权重。一些方面还可以包括:从存储在进行接收的无线通信设备上的多个PRT神经网络之中选择PRT神经网络以在处理数据音调时使用,以生成用于对在进行接收的无线通信设备中使用的接收机神经网络进行训练的PRT。一些方面还可以包括从进行接收的无线通信设备接收PRT神经网络的指示符以进行使用,其中,从存储在无线通信设备上的多个PRT神经网络之中选择PRT神经网络以在处理数据音调时使用以生成PRT包括:选择与所接收的指示符相对应的PRT神经网络。一些方面还可以包括从进行接收的无线通信设备接收针对进行接收的无线通信设备的权重。

[0010] 进一步的方面可以包括训练在发送电路中的PRT神经网络以将PRT插入发送的传输波形以及在接收机电路中的用于对接收的传输波形进行解调的接收机神经网络以恢复数据音调的方法。这样的方面可以包括:使用数据音调来训练PRT神经网络,以生成当被插入到发送的具有数据音调的传输波形中时导致将用于放大的满足PAPR门限限制的时域信号的PRT,以及训练接收机神经网络以通过将接收机神经网络的数据音调输出与应用于PRT神经网络的数据音调进行比较来对从发送电路接收的传输波形进行解调。

[0011] 在一些方面中,训练PRT神经网络可以包括:确定PRT神经网络的误差,以及使用该误差以更新PRT神经网络。在一些方面中,确定PRT神经网络的误差可以包括基于通过发送的传输波形的PAPR超过PAPR门限的数量来确定PRT神经网络的误差。

[0012] 在一些方面中,训练PRT神经网络和训练接收机神经网络可以包括训练PRT神经网络和训练用于接收机电路的接收机神经网络。

[0013] 一些方面可以包括向发送电路指示PRT神经网络以针对用于接收机电路的发送的传输波形来使用。

[0014] 在一些方面中,训练PRT神经网络和训练接收机神经网络可以包括训练PRT神经网络和训练用于发送电路的接收机神经网络。

[0015] 一些方面可以包括向接收机电路指示接收机神经网络以针对从发送电路接收的传输波形来使用。

[0016] 进一步的方面可以包括具有被配置为执行对上文总结的方法中的任何方法的操作的发送电路和/或接收电路的无线通信设备。进一步的方面可以包括具有用于执行上文总结的方法中的任何方法的功能的单元的无线通信设备。

附图说明

[0017] 并入本文中的和构成本说明书中的一部分的附图示出权利要求书的示例性的实施例,以及与上文给出的通常的描述和下文给出的具体实施方式一起,来解释权利要求书

的特征。

[0018] 图1是示出适合于实现各种实施例中的任何实施例的通信系统的示例的系统方框图。

[0019] 图2是示出适合于实现各种实施例中的任何实施例的示例计算和无线调制解调器系统的组件方框图。

[0020] 图3是示出包括针对在无线通信中适合于实现各种实施例中的任何实施例的用户平面和控制平面的无线协议栈的软件架构的示例的组件方框图。

[0021] 图4A和图4B是示出用于实现各种实施例中的任何实施例的被配置用于管理用于无线通信的信息传输的系统的示例的组件方框图。

[0022] 图5是示出根据各种实施例的被配置为使用峰值降低音调 (PRT) 来实现用于接收机性能改善的机器学习和/或基于机器学习的编码的编码器电路的示例的组件方框图。

[0023] 图6是示出根据各种实施例的被配置为使用PRT来实现用于接收机性能改善的机器学习和/或基于机器学习的解码的神经网络解码器的示例的组件方框图。

[0024] 图7是示出根据各种实施例的被配置为使用PRT来实现用于接收机性能改善的基于机器学习的编码和解码的系统的示例的组件信令示意图。

[0025] 图8是示出根据各种实施例的被配置为使用PRT来实现用于接收机性能改善的基于机器学习的编码和解码的系统的示例的组件信令示意图。

[0026] 图9是示出根据各种实施例的用于使用PRT来发送用于接收机性能改善的基于机器学习的数据的方法的示例的过程流程图。

[0027] 图10是示出根据各种实施例的用于使用PRT来实现用于接收机性能改善的基于机器学习的编码和解码的方法的示例的过程流程图。

[0028] 图11A和图11B是示出根据各种实施例的用于基于输入数据信号来训练用于生成PRT的神经网络和用于在发射机侧提取PRT和重新构建在接收机上的数据信号的方法的示例的过程流程图。

[0029] 图12是示出根据各种实施例的具有在正交子载波上的数据音调和PRT的传输波形的示例的载波信号方框图。

[0030] 图13是示出示例网络计算设备的组件方框图。

[0031] 图14是示出示例无线设备的组件方框图。

[0032] 在各种附图中的类似的参考编号和命名指示类似的元素。

具体实施方式

[0033] 出于描述本公开内容的创新性方面的目的,以下描述针对于某些实施例。然而,本领域的普通技术人员将很容易认识到的是,本文中的教导可以是以大量不同的方式来应用的。

[0034] 各种实施例提供可以在无线通信设备(例如,基站、无线接入点、移动设备等)中实现的方法,该无线通信设备在无线通信链路的发射机侧利用训练的PRT神经网络模块来确定适合于给定传输的PRT,以及在无线通信链路的接收机侧利用相关联的训练的接收机神经网络模块来从接收的信号中移除PRT以及提取与由PRT携带的目标数据音调有关的信息。

[0035] 所描述的实施例可以是在能够根据以下标准发送和接收射频(RF)信号的任何设

备、系统或网络中实现的,所述标准为电气和电子工程师协会(IEEE) 16.11标准中的任何标准、或IEEE 802.11标准、蓝牙®标准、码分多址(CDMA)、频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA),全球移动通信系统(GSM)、GSM/通用分组无线服务(GPRS)、增强型数据GSM环境(EDGE)、陆地集群无线电(TETRA)、宽带-CDMA(W-CDMA)、演进数据优化(EV-DO)、1xEV-DO、EV-DO版本A、EV-DO版本B、高速分组接入(HSPA)、高速下行链路分组接入(HSDPA)、高速上行链路分组接入(HSUPA)、演进高速分组接入(HSPA+)、长期演进(LTE)、AMPS、第五代(5G)新无线电(NR)或可以用于在无线网络、蜂窝网络或物联网(IoT)网络(比如利用3G、4G或5G技术或其进一步的实施例的系统)内进行通信的其它信号中任何一者。

[0036] 术语“无线设备”在本文中用于指以下各项中的任何一项或所有项:无线路由器设备、无线家用电器、蜂窝电话、智能手机、便携式计算设备、个人或移动多媒体播放器、笔记本电脑、平板电脑、智能本、超极本、掌上电脑、无线电子邮件接收机、多媒体互联网驱动的蜂窝电话、医疗设备和装备、生物传感器/设备、包括智能手表、智能服装、智能眼镜、智能腕带、智能珠宝(比如智能戒指、智能手镯等)的可穿戴设备、娱乐设备(比如无线游戏控制器、音乐和视频播放器、卫星无线单元等)、包括智能仪表/传感器的无线网络驱动的物联网(IoT)设备、工业制造装备、针对家用或企业使用的大型机器和小型机器和大型家用电器和小型家用电器、自主车辆和半自主车辆内的无线通信元件、附在各种移动平台上或并入各种移动平台中的无线设备、全球定位系统设备以及包括存储器、无线通信组件和可编程处理器的类似的电子设备。

[0037] 术语“片上系统”(SOC)在本文中用于指包含整合在单个衬底上的多个资源或处理器的单个集成电路(IC)芯片。单个SOC可以包含用于数字、模拟、混合信号和射频功能的电路。单个SOC还可以包括任意数量的通用处理器或专用处理器(数字信号处理器、调制解调器处理器、视频处理器等)、存储器块(比如ROM、RAM、闪速存储器等)和资源(比如定时器、电压调节器、振荡器等)。SOC还可以包括用于控制整合的资源和处理器的软件以及用于控制外围设备的软件。

[0038] 术语“系统级封装”(SIP)在本文中可以用于指包含在两个或更多个IC芯片、衬底或SOC上的多个资源、计算单元、内核或处理器的单个模块或封装。例如,SIP可以包括在其上以垂直的配置堆叠多个IC芯片或半导体管芯的单个衬底。类似地,SIP可以包括在其上多个IC或半导体管芯封装到统一的基板中的一个或多个多芯片模块(MCM)。SIP还可以包括经由高速通信电路耦合在一起的以及紧密靠近地封装(比如在单个主板上或在单个无线设备中)的多个独立的SOC。SOC的接近度促进高速通信以及对存储器和资源的共享。

[0039] 在5G NR规范中采纳的常规的正交频分复用(OFDM)波形遭受大的峰均功率比(PAPR)。在无对波形的PAPR的其它减弱的情况下,发射机可能需要以降低的功率放大器效率为代价来降低功率放大(即,实现功率放大器退避),以便避免由功率放大器非线性引起的失真。用于PAPR降低的信号处理方法包括音调保留方案,在其中与数据音调正交的峰值降低音调(PRT)用于在时域中使传输波形成形,即,包含PRT和数据音调的OFDM符号。PRT被设计为降低时域中的传输波形的幅度中的峰值。然而,当通过传统的信号处理算法找到PRT时,在数据音调与PRT之间没有已知的关系。换句话说,在数据音调与PRT之间的映射可以是任意的。照此,接收机不在乎PRT的内容,以及PRT仅向接收机给出开销。当PRT与数据音调配对时,传输波形的峰值功率是以增加的平均发射功率为代价来降低的,以及误差矢量幅度

(EVM)是针对数据音调来维持的。

[0040] 本文所描述的实施例使用机器学习训练的神经网络,所述机器学习训练的神经网络被配置为将数据音调映射到PRT用于来自特定的发射机的传输和/或用于去往特定的接收机的传输。机器学习可以用于训练PRT神经网络和接收机神经网络对。在一些实施例中,可以训练PRT神经网络以基于数据音调的输入来对数据音调和PRT进行配对。可以训练接收机神经网络以对具有数据音调和PRT的OFDM符号的传输波形进行解调,以基于传输波形的输入来生成对数据音调的重新构建。在一些实施例中,PRT神经网络和接收机神经网络可以是指针对特定的发射机来训练的,比如基于发射机的硬件配置。在一些实施例中,PRT神经网络和接收机神经网络可以是指针对特定的接收机来训练的,比如基于接收机的硬件配置。

[0041] 在一些实施例中,发射机和接收机可以共享PRT神经网络和/或接收机神经网络的配置。例如,比如无线设备的发射机可以与比如基站或节点的接收机共享接收机神经网络的配置,所述接收机神经网络可以是与由发射机来实现的PRT神经网络协力训练的供接收机来实现的接收机神经网络。举进一步的示例,接收机可以与发射机共享PRT神经网络的配置,所述PRT神经网络可以是与由接收机来实现的接收机神经网络协力训练的供发射机来实现的PRT神经网络。

[0042] 在一些实施例中,发射机和接收机可以是与多个PRT神经网络和/或接收机神经网络一起预先被配置的,以及共享PRT神经网络和/或接收机神经网络的配置可以包括:共享PRT神经网络和/或接收机神经网络的配置的指示符。发射机和/或接收机可以使用该指示符以选择PRT神经网络和/或接收机神经网络的配置。

[0043] 在一些实施例中,共享PRT神经网络和/或接收机神经网络的配置可以包括:共享由对PRT神经网络和/或接收机神经网络的训练造成的权重。共享PRT神经网络和/或接收机神经网络的配置可以包括向发射机和/或接收机发送指示符和/或权重。

[0044] 在一些实施例中,发射机可以使用默认的PRT神经网络和/或响应于接收PRT神经网络的配置的指示符来选择的PRT神经网络以生成针对数据音调的PRT。发射机可以通过对数据音调和PRT进行组合来生成传输波形。发射机可以向接收机发送传输波形。接收机可以接收传输波形以及使用默认的接收机神经网络和/或响应于对接收接收机神经网络的配置的指示符来选择的接收机神经网络以对传输波形进行解调,以便重新构建数据音调。针对一起训练的PRT神经网络和接收机神经网络,用于生成PRT以与数据音调组合来生成传输波形的PRT神经网络可以是对于实现接收机神经网络的接收机而言已知的。照此,PRT可以包含用于促进生成对数据音调的重新构建的信息。包含在PRT中的信息可以改善解调性能,比如改善与发送通过传统的信号处理算法生成的PRT相比的对数据音调的重新构建的准确度。

[0045] 图1是示出适合于实现各种实施例中的任何实施例的示例通信系统100的系统方框图。通信系统100可以是5G新无线电(NR)网络或任何其它合适的网络,比如长期演进(LTE)网络。

[0046] 通信系统100可以包括异构网络架构,所述异构网络架构包括核心网140和各种移动设备(在图1中示出为无线设备120a-120e)。通信系统100还可以包括多个基站(示出为BS 110a、BS 110b、BS 110c和BS 110d)和其它网络实体。基站是与无线设备(移动设备)进行通信的实体,以及还可以称为节点B(NodeB)、节点B(Node B)、LTE演进型节点B(eNB)、接入点

(AP)、无线头端、发送接收点 (TRP)、新无线电基站 (NR BS)、5G 节点B (NB)、下一代节点B (gNB) 等。每个基站可以为特定的地理区域提供通信覆盖。在3GPP中,取决于在其中使用术语的上下文,术语“小区”可以指的是基站的覆盖区域、为该覆盖区域服务的基站子系统或其组合。

[0047] 基站110a-110d可以为宏小区、微微小区、毫微微小区、另一类型的小区或其组合提供通信覆盖。宏小区可以覆盖相对大的地理区域(例如,半径为若干公里),以及可以允许由具有服务订制的移动设备进行的无限制的接入。微微小区可以覆盖相对小的地理区域,以及可以允许由具有服务订制的移动设备进行的无限制的接入。毫微微小区可以覆盖相对小的地理区域(例如,住宅),以及可以允许由具有与毫微微小区的关联的移动设备(例如,在封闭用户组 (CSG) 中的移动设备)进行的受限制的接入。用于宏小区的基站可以称为宏BS。用于微微小区的基站可以称为微微BS。用于毫微微小区的基站可以称为毫微微BS或家庭BS。在图1所示的示例中,基站110a可以是用于宏小区102a的宏BS,基站110b可以是用于微微小区102b的微微BS,以及基站110c可以是用于毫微微小区102c的毫微微BS。基站110a-110d可以支持一个或多个(例如,三个)小区。术语“eNB”、“基站”、“NR BS”、“gNB”、“TRP”、“AP”、“节点B”、“5G NB”和“小区”可以是在本文中交换地使用的。

[0048] 在一些示例中,小区可以不是静止的,以及小区的地理区域可以根据移动基站的位置移动。在一些示例中,基站110a-110d可以通过各种类型的回程接口(比如使用任何合适的传输网络的直接的物理连接、虚拟网络或其组合)彼此互连的以及连接到通信系统100中的一个或多个其它基站或网络节点(未示出)。

[0049] 基站110a-110d可以通过有线的通信链路或无线的通信链路126与核心网140进行通信。无线设备120a-120e可以通过无线通信链路122与基站110a-110d进行通信。

[0050] 有线通信链路126可以使用各种有线网络(例如,以太网、TV电缆、电话、光纤光学和其它形式的物理网络连接),所述有线网络可以使用一个或多个有线通信协议,比如以太网、点到点协议、高级数据链路控制 (HDLC)、改进的数据通信控制协议 (ADCCP) 以及传输控制协议/互联网协议 (TCP/IP)。

[0051] 通信系统100还可以包括中继站(例如,中继BS 110d)。中继站是可以从上游站(例如,基站或移动设备)接收对数据的传输以及向下游站(例如,无线设备或基站)发送数据的实体。中继站还可以是可以对针对其它无线设备的传输进行中继的移动设备。在图1所示的示例中,中继站110d可以与宏基站110a和无线设备120d进行通信,以便促进基站110a与无线设备120d之间的通信。中继站还可以称为中继基站、中继站、中继器等。

[0052] 通信系统100可以是包括不同类型的基站(例如,宏基站、微微基站、毫微微基站、中继基站等)的异构网络。这些不同类型的基站可以具有不同的发射功率电平、不同的覆盖区域和对在通信系统100中的干扰的不同的影响。例如,宏基站可以具有高发射功率电平(例如,5瓦特至40瓦特),而微微基站、毫微微基站和中继基站可以具有较低发射功率电平(例如,0.1瓦特至2瓦特)。

[0053] 网络控制器130可以耦合到基站的集合,以及可以为这些基站提供协调和控制。网络控制器130可以经由回程与基站进行通信。基站还可以经由无线回程或有线回程(例如,直接地或间接地)互相通信。

[0054] 无线设备120a、无线设备120b、无线设备120c可以是遍及通信系统100分散的,以

及每个无线设备可以是静止的或移动的。无线设备还可以称为接入终端、终端、移动站、用户单元、站等。

[0055] 宏基站110a可以通过有线的通信链路或无线的通信链路126与通信网络140进行通信。无线设备120a、无线设备120b、无线设备120c可以通过无线通信链路122与基站110a-110d进行通信。

[0056] 无线通信链路122、无线通信链路124可以包括多个载波信号、频率或频带,载波信号、频率或频带中的各者可以包括多个逻辑信道。无线通信链路122和无线通信链路124可以利用一个或多个无线电接入技术(RAT)。可以在无线通信链路中使用的RAT的示例包括3GPP LTE、3G、4G、5G(例如,NR)、GSM、码分多址(CDMA)、宽带码分多址(WCDMA)、全球微波接入互操作性(WiMAX)、时分多址(TDMA),以及其它移动电话通信技术蜂窝RAT。可以在通信系统100内的各种无线通信链路122、无线通信链路124中的一个或多个无线通信链路中使用的RAT的进一步的示例包括比如Wi-Fi、LTE-U、LTE-直达(LTE-Direct)、LAA、MuLTEfire的中等距离协议,以及比如紫蜂、蓝牙和蓝牙低能量(LE)的相对短距离RAT。

[0057] 某些无线网络(例如,LTE)在下行链路上利用正交频分复用(OFDM)以及在上行链路上利用单载波频分复用(SC-FDM)。OFDM和SC-FDM将系统带宽划分为多个(K)正交子载波,所述子载波还共同地称为音调、频段等。每个子载波可以是利用数据进行调制的。一般而言,调制符号是利用OFDM来在频域中发送的以及是利用SC-FDM来在时域中发送的。在邻近的子载波之间的间隔可以是固定的,以及子载波的总数(K)可以取决于系统带宽。例如,子载波的间隔可以是15kHz,以及最小资源分配(称为“资源块”)可以是12个子载波(或180kHz)。因此,针对1.25兆赫兹(MHz)、2.5MHz、5MHz、10MHz或20MHz的系统带宽,标称快速傅里叶变换(FFT)大小可以分别地等于128、256、512、1024或2048。系统带宽还可以划分为子带。例如,子带可以覆盖1.08MHz(即,6个资源块),以及针对1.25MHz、2.5MHz、5MHz、10MHz或20MHz的系统带宽,可以分别存在1、2、4、8或16个子带。

[0058] 虽然对一些实施例的描述可以使用与LTE技术相关联的术语和示例,但是各种实施例可能可适用于其它无线通信系统,比如新无线电(NR)或5G网络。NR可以在上行链路(UL)上和在下行链路(DL)上利用具有循环前缀(CP)的OFDM,以及包括针对使用时分双工(TDD)的半双工操作的支持。可以支持100MHz的单分量载波带宽。NR资源块可以横跨在0.1毫秒(ms)持续时间内具有75kHz的子载波带宽的12个子载波。每个无线帧可以包括具有10ms的长度的50个子帧。因此,每个子帧可以具有0.2ms的长度。每个子帧可以指示用于数据传输的链路方向(即,DL或UL),以及针对每个子帧的链路方向可以是动态地转换的。每个子帧可以包括DL/UL数据以及DL/UL控制数据。可以支持波束成形,以及波束方向可以是动态地配置的。还可以支持利用预编码的多输入多输出(MIMO)传输。在DL中的MIMO配置可以支持具有多达八个流以及每无线设备多达两个流的多层DL传输的多达八个发射天线。可以支持具有每无线设备多达2个流的多层传输。在多达八个服务小区的情况下,可以支持对多个小区的聚合。或者,NR可以支持不同的空中接口,其不同于基于OFDM的空中接口。

[0059] 一些移动设备可以被认为机器类型通信(MTC)或演进型或增强型机器类型通信(eMTC)移动设备。MTC和eMTC移动设备包括例如机器人、无人机、远程设备、传感器、仪表、监控器、位置标签等,其可以与基站、另一设备(例如,远程设备)或另一些实体进行通信。例如,无线节点可以经由有线通信链路或无线通信链路为网络(例如,比如互联网或蜂窝网络

的广域网)提供连接或向网络提供连接。一些移动设备可以被认为是物联网(IoT)设备,或可以实现为NB-IoT(窄带物联网)设备。无线设备120a-120e可以是包括在容纳无线设备的组件(比如处理器组件、存储器组件、类似的组件或其组合)的外壳里面的。

[0060] 一般而言,任意数量的通信系统和任意数量的无线网络可以是部署在给定的地理区域中的。每个通信系统和无线网络可以支持特定的无线电接入技术(RAT)以及可以在一个或多个频率上操作。RAT还可以称为无线电技术、空中接口等。频率还可以称为载波、频率信道等。每个频率可以支持在给定的地理区域中的单个RAT,以便避免不同的RAT的通信系统之间的干扰。在一些情况下,可以部署NR或5G RAT网络。

[0061] 图2是示出适合于实现各种实施例中的任何实施例的示例计算和无线调制解调器系统200的组件方框图。各种实施例可以是在一数量的单个处理器和微处理器计算机系统(包括片上系统(SOC)或系统级封装(SIP))上实现的。

[0062] 参照图1和图2,示出的示例计算系统200(其在一些实施例中可以是SIP)包括耦合到时钟206的两个SOC 202、204、电压调节器208和被配置为经由天线(未示出)向无线设备(比如基站110a)发送和从无线设备接收无线通信的无线收发机266。在一些实施例中,第一SOC 202操作为通过执行通过指令指定的算术、逻辑、控制和输入/输出(I/O)操作来实现软件应用程序的指令的无线设备中的中央处理单元(CPU)。在一些实施例中,第二SOC 204可以操作为专用处理单元。例如,第二SOC 204可以操作为负责管理大容量、高速(例如,5Gbps等)和/或甚高频短波长长度(例如,28GHz毫米波频谱等)通信的专用5G处理单元。

[0063] 第一SOC 202可以包括数字信号处理器(DSP)210、调制解调器处理器212、图形处理器214、应用处理器216、连接到处理器中的一个或多个处理器的一个或多个协处理器218(例如,向量协处理器)、存储器220、定制电路222、系统组件和资源224、互连/总线模块226、一个或多个温度传感器230、热管理单元232和热功率包封(TPE)组件234。第二SOC 204可以包括5G调制解调器处理器252、功率管理单元254、互连/总线模块264、多个毫米波(mmWave)收发机256、存储器258和各种另外的处理器260,比如应用处理器、分组处理器等。

[0064] 每个处理器210、212、214、216、218、252、260可以包括一个或多个内核,以及每个处理器/内核可以执行独立于另一处理器/内核的操作。例如,第一SOC 202可以包括执行第一类型的操作系统(例如,FreeBSD、LINUX、OS X等)的处理器和执行第二类型的操作系统(例如,MICROSOFT WINDOWS 10)的处理器。此外,处理器210、212、214、216、218、252、260中的任何处理器或所有处理器可以被包括作为处理器簇架构(例如,同步处理器簇架构、异步或异构处理器簇架构等)中的一部分。

[0065] 第一SOC 202和第二SOC 204可以包括用于管理传感器数据、模数转换、无线数据传输以及用于执行其它专门的操作(比如对数据分组进行解码和处理用于在网络浏览器中呈现的经编码的音频和视频信号)的各种系统组件、资源和定制电路。例如,第一SOC 202的系统组件和资源224可以包括功率放大器、电压调节器、振荡器、锁相环、外围网桥、数据控制器、存储控制器、系统控制器、接入端口、定时器以及用于支持在无线设备上运行的处理器和软件客户端的其它类似的组件。系统组件和资源224和/或定制电路222还可以包括用于与外围设备(比如照相机、电子显示器、无线通信设备、外部存储器芯片等)相连接的电路。

[0066] 第一SOC 202和第二SOC 204可以经由互连/总线模块250进行通信。各种处理器

210、212、214、216、218可以经由互连/总线模块226互连到一个或多个存储器元件220、系统组件和资源224、以及定制电路222和热管理单元232。类似地,处理器252可以经由互连/总线模块264互连到功率管理单元254、毫米波收发机256、存储器258和各种另外的处理器260。互连/总线模块226、互连/总线模块250、互连/总线模块264可以包括能重新配置的逻辑门的阵列和/或实现总线架构(例如,核心连接(CoreConnect)、AMBA等)。通信可以是通过改进的互连(比如高性能片上网络(NoC))来提供的。

[0067] 第一SOC 202和/或第二SOC 204可以进一步包括用于与在SOC外部的资源(比如时钟206和电压调节器208)进行通信的输入/输出模块(未示出)。在SOC外部的资源(例如,时钟206、电压调节器208)可以通过内部SOC处理器/内核中的两个或更多个内部SOC处理器/内核共享的。

[0068] 除了上文讨论的示例SIP 200之外,各种实施例可以是在各种各样的计算系统中实现的,其可以包括单个处理器、多个处理器、多内核处理器或其任意组合。

[0069] 图3是示出软件架构300的组件方框图,所述软件架构300包括针对适合于实现各种实施例中的任何实施例的无线通信中的用户平面和控制平面的无线协议栈。参照图1-图3,无线网络320可以实现软件架构300以促进通信系统(例如,100)中的无线设备320(例如,无线设备120a-120e、200)与基站350(例如,基站110a)之间的通信。在各种实施例中,在软件架构300中的层可以形成与基站350的软件中的相应的层的逻辑连接。软件架构300可以是在一个或多个处理器(例如,处理器212、214、216、218、252、260)之中分布的。虽然是相对于一个无线协议栈示出的,但是在多SIM(用户身份模块)无线设备中,软件架构300可以包括多个协议栈,其中的各者可以是与不同的SIM(例如,在双SIM无线通信设备中分别与两个SIM相关联的两个协议栈)相关联的。虽然下文是参照LTE通信层来描述的,但是软件架构300可以支持用于无线通信的各种标准和协议中的任何一者,和/或可以包括支持各种标准和协议无线通信中的任何一者的另外的协议栈。

[0070] 软件架构300可以包括非接入层(NAS) 302和接入层(AS) 304。NAS 302可以包括用于支持分组滤波、安全管理、移动性控制、会话管理和在无线设备的SIM(例如,SIM 204)与其核心网140之间的业务和信令的功能和协议。AS 304可以包括支持在SIM(例如,SIM 204)与支持的接入网的实体(例如,基站)之间的通信的功能和协议。特别是,AS 304可以包括至少三层(层1、层2和层3),所述层中的每个层可以包含各个子层。

[0071] 在用户平面和控制平面中,AS 304的层1(L1)可以是物理层(PHY) 306,其可以监督实现经由无线收发机(例如,256)通过空中接口进行的发送和/或接收的功能。这样的物理层306功能的示例可以包括循环冗余校验(CRC)附着、译码块、加扰和解扰、调制和解调、信号测量、MIMO等。物理层可以包括各种逻辑信道,包括物理下行链路控制信道(PDCCH)和物理下行链路共享信道(PDSCH)。

[0072] 在用户平面和控制平面中,AS 304的层2(L2)可以负责通过物理层306在无线设备320与基站350之间的链路。在各种实施例中,层2可以包括介质访问控制(MAC)子层308、无线链路控制(RLC)子层310和分组数据汇聚协议(PDCP) 312子层,其中的各者形成在基站350处终止的逻辑连接。

[0073] 在控制平面中,AS 304的层3(L3)可以包括无线资源控制(RRC)子层3。虽然未示出,但是软件架构300可以包括另外的层3子层以及在层3之上的各个上层。在各种实施例

中,RRC子层313可以提供包括广播系统信息、寻呼以及建立和释放在无线设备320与基站350之间的RRC信令连接的功能。

[0074] 在各种实施例中,PDCP子层312可以提供包括在不同的无线承载与逻辑信道之间的复用、序列号添加、切换数据处理、完整性保护、加密和报头压缩的上行链路功能。在下行链路中,PDCP子层312可以提供包括对数据分组的按序递送、复制数据分组检测、完整性验证、解密和报头解压缩的功能。

[0075] 在上行链路中,RLC子层310可以提供对上层数据分组的分段和连结、对丢失的数据分组的重传和自动重传请求(ARQ)。然而,在下行链路中,RLC子层310功能可以包括对数据分组的重新排序以补偿无序接收、对上层数据分组的重新组装和IARQ。

[0076] 在上行链路中,MAC子层308可以提供包括在逻辑信道与传输信道之间的复用、随机接入过程、逻辑信道优先级和混合ARQ(HARQ)操作的功能。在下行链路中,MAC层功能可以包括小区内的信道映射、解复用、非连续接收(DRX)和HARQ操作。

[0077] 虽然软件架构300可以提供用于通过物理介质来发送数据的功能,软件架构300可以进一步包括至少一个主机层314以向无线设备320中的各种应用提供数据传送服务。在一些实施例中,通过至少一个主机层314提供的特定于应用的功能可以提供在软件架构与通用处理器206之间的接口。

[0078] 在其它实施例中,软件架构300可以包括提供主机层功能的一个或多个更高逻辑层(例如,传输、会话、表示、应用等)。例如,在一些实施例中,软件架构300可以包括在其中逻辑连接在分组数据网络(PDN)网关(PGW)处终止的网络层(例如,互联网协议(IP)层)。在一些实施例中,软件架构300可以包括在其中逻辑连接在另一设备(例如,最终用户设备、服务器等)处终止的应用层。在一些实施例中,软件架构300可以在AS 304中进一步包括在物理层306与通信硬件(例如,一个或多个射频(RF)收发机)之间的硬件接口316。

[0079] 图4A和图4B是示出根据各种实施例的被配置用于管理用于无线通信的信息传输的系统400的组件方框图。参照图1-图4B,系统400可以包括基站402(例如,120a-120e、200、320)和无线设备404(例如,120a-120e、200、320)。基站402和无线设备404可以通过无线网络424进行通信(其中的各方面是在图1中示出的)。

[0080] 基站402和/或无线设备404可以包括耦合到电子存储器426、电子存储器430和无线收发机266的一个或多个处理器428、处理器432(例如,210、212、214、216、218、252、260)。无线收发机266可以被配置为从处理器428、处理器432接收要上行链路传输中发送的消息,以及经由天线(未示出)将这样的消息发送给无线网络424,用于中继给基站402和/或无线设备404。类似地,无线收发机266可以被配置为在来自无线网络424的下行链路传输中从基站402和/或无线设备404接收消息,以及将消息(例如,经由对消息进行解调的调制解调器(例如,252))传递给一个或多个处理器428、处理器432。

[0081] 处理器428、处理器432可以通过机器可读指令404、机器可读指令434来配置的。机器可读指令406可以包括一个或多个指令模块。指令模块可以包括计算机程序模块。指令模块可以包括神经网络训练模块410、神经网络训练模块436、PRT神经网络模块412、接收机神经网络模块438、无线通信模块414、无线通信模块440或其它指令模块中的一者或多者。

[0082] 神经网络训练模块410、神经网络训练模块436可以被配置为在误差的门限内对数据音调的数据集合来训练PRT神经网络和/或接收机神经网络以及用于对数据音调进行的

准确的重新构建。

[0083] PRT神经网络模块412可以被配置为将PRT神经网络应用于数据音调以生成用于与数据音调进行组合的PRT,以降低传输波形的PAPR。可以训练PRT神经网络以生成PRT,使得训练的接收机神经网络可以准确地生成对来自数据音调和PRT的组合组成的传输波形的数据音调的重新构建。

[0084] 接收机神经网络模块438可以被配置为将接收机神经网络应用于传输波形,以准确地生成对数据音调的重新构建。可以训练接收机神经网络,使得从训练的PRT神经网络生成的PRT向训练的接收机神经网络提供信息,以帮助准确地生成对来自数据音调和PRT的组合组成的传输波形的数据音调的重新构建。

[0085] 无线通信模块414、无线通信模块440可以被配置为发送PRT神经网络和/或接收机神经网络的指示符、PRT神经网络和/或接收机神经网络的权重和/或在无线设备404与基站402之间的传输波形。

[0086] 在一些实施例中,基站402和无线设备404可以是经由一个或多个电子通信链路操作地链接的。例如,这样的电子通信链路可以是至少部分地经由网络(比如互联网和/或其它网络)来建立的。然而,该示例不旨在是限制性的,以及本公开内容的范围包括在其中基站402和无线设备404可以经由另一些通信介质操作地链接的实施例。

[0087] 电子存储器426、电子存储器430可以包括电子地存储信息的非暂时性存储介质。电子存储器426、电子存储器430的电子存储介质可以包括与基站402或无线设备404整合地(即,基本上不可移动的)提供的系统存储器、和/或经由例如端口(例如,通用串行总线(USB)端口、火线端口等)或驱动器(例如,磁盘驱动器等)可移动地连接到基站402或无线设备404的可移动存储器中的一者或两者。电子存储器426、电子存储器430可以包括光学地可读存储介质(例如,光盘等)、磁可读存储介质(例如,磁带、磁硬盘驱动器、软盘驱动器等)、电气的基于电荷的存储介质(例如,EEPROM、RAM等)、固态存储介质(例如,闪存驱动器等),和/或其它电子地可读存储介质中的一者或多者。电子存储器426、电子存储器430可以包括一个或多个虚拟存储资源(例如,云存储、虚拟专用网络和/或其它虚拟存储资源)。电子存储器426、电子存储器430可以存储软件算法、由处理器428、处理器432确定的信息、从基站402或无线设备404接收的信息、或使得基站402或无线设备404能够实现如本文中所描述的功能的其它信息。

[0088] 处理器428、处理器432可以被配置为提供在基站402中的信息处理能力。照此,处理器428、处理器432可以包括数字处理器、模拟处理器、被设计为处理信息的数字电路、被设计为处理信息的模拟电路、状态机和/或用于电子地处理信息的其它机制中的一者或多者。虽然处理器428、处理器432示出为单个实体,但是这仅是出于说明性的目的。在一些实施例中,处理器428、处理器432可以包括多个处理单元和/或处理器内核。处理单元可以物理地位于同一设备内,或者处理器428、处理器432可以表示协同操作的多个设备的处理功能。处理器428、处理器432可以被配置为通过软件;硬件;固件;软件、硬件和/或固件的某种组合和/或用于配置在处理器428、处理器432上的处理能力的其它机制来执行模块408-414和模块436-440和/或其它模块。如本文所使用的,术语“模块”可以指的是执行归属于模块的功能的任何组件或组件的集合。这可以包括在对处理器可读指令的执行期间的一个或多个物理处理器、处理器可读指令、电路、硬件、存储介质或任何其它组件。

[0089] 由于模块410-414和模块436-440中的任何模块可以提供比所描述的更多的或更少的功能,所以对由本文中描述的不同的模块410-414和模块436-440提供的功能的描述是出于说明性的目的,以及不旨在是限制性的。例如,可以排除模块410-414和模块436-440中的一个或多个模块,以及其功能中的一些功能或所有功能可以由其它模块410-414和模块436-440来提供的。举另一示例,处理器428、处理器432可以被配置为执行一个或多个另外的模块,其可以执行在下文中归属于模块410-414和模块436-440中的一个模块的功能中的一些功能或所有功能。

[0090] 图5示出包括示例编码器电路500的功能方框图,该示例编码器电路500被配置为根据各种实施例来实现机器学习和/或基于机器学习的编码,用于将PRT插入传输波形中。参照图1和图5,发射机(例如,无线设备120a-120e、200、320、404)可以包括编码器500。编码器500可以是在硬件、在处理器上执行的软件和/或在处理器上执行的硬件和软件的组合中来实现的。编码器500可以是发射机的独立运行的组件、SoC的整体组件(例如SoC 200、SoC 204)和/或处理器(例如,处理器210、212、214、216、218、252、260、428)的整体硬件和/或软件组件。编码器500可以包括PRT神经网络502、信号组合器504和快速傅里叶逆变换组件506。编码器500可以使用机器学习训练的神经网络,所述机器学习训练的神经网络被配置为映射数据音调和PRT用于来自特定的发射机和/或去往特定的接收机的传输。

[0091] 图6示出示例解码器600,所述示例解码器600被配置为根据各种实施例来实现机器学习和/或基于机器学习的解码,以从接收的传输波形中提取PRT以及使用来自该过程的信息以改善在估计原始的数据音调时的接收机性能。参考图1-图6,接收机(例如,基站110a-110d、350、402)可以包括解码器600。解码器600可以是在硬件、在处理器上执行的软件和/或在处理器上执行的硬件和软件的组合中来实现的。解码器600可以是接收机的独立运行的组件、SoC的整体组件(例如,SoC 200、SoC 204)和/或处理器(比如处理器210、212、214、216、218、252、256、260、432)的整体硬件和/或软件组件。解码器600可以包括快速傅里叶变换组件602和接收机神经网络604。解码器600可以使用被配置为对从特定的发射机和/或由特定的接收机接收的、包括数据音调和PRT的传输波形进行解调的机器学习训练的神经网络。

[0092] 参考图5和图6两者一起,机器学习可以用于训练PRT神经网络502和接收机神经网络604对。机器学习方法可以是分别地在发射机侧和/或接收机侧实现的,在此期间发射机和/或接收机可以实现PRT神经网络502和接收机神经网络604。可以训练PRT神经网络502以接收数据音调作为输入以及输出在信号组合器504中与数据音调组合的PRT。当通过快速傅里叶逆变换506将组合的信号变换到时域时,结果是具有降低的峰值的传输波形降低适合于用于传输的放大的PAPR。在接收机侧,可以训练接收机神经网络604来对传输波形进行解调,也就是说数据音调和PRT的组合,以基于传输波形的输入来生成对数据音调的重新构建。

[0093] 在非限制性的示例中,PRT神经网络502和接收机神经网络604对可以实现为使用无人监督的机器学习的自动编码器。可以训练PRT神经网络502和接收机神经网络604对,使得PRT神经网络502生成PRT以与数据音调组合,使得接收机神经网络604可以准确地生成对数据音调的重新构建,比如在误差的门限内。在重新构建的数据音调中的误差可以通过将对数据音调的重新构建与数据音调进行的比较来确定的。在一些实施例中,PRT神经网络

502和接收机神经网络604可以是对特定的发射机来训练的,比如是通过使用发射机的硬件配置来训练的。

[0094] 在一些实施例中,PRT神经网络502和接收机神经网络604可以是对特定的接收机来训练的,比如是通过使用接收机的硬件配置来训练的。例如,PRT神经网络502和接收机神经网络604对可以是使用特定的发射机和/或类似于特定的发射机的发射机(比如使用相同的硬件和/或软件配置的发射机,比如基准发射机)来训练的。举进一步的示例,PRT神经网络502和接收机神经网络604对可以是使用特定的接收机和/或类似于特定的接收机的接收机(比如使用相同的硬件和/或软件配置的接收机,比如基准接收机)来训练的。

[0095] 发射机和接收机可以共享PRT神经网络502和/或接收机神经网络604的配置。发射机可以通过无线地向接收机发送接收机神经网络604的配置来共享接收机神经网络604的配置。例如,发射机可以与接收机共享供接收机来实现的接收机神经网络604的配置,其可以是与由发射机来实现的PRT神经网络502协力训练的接收机神经网络604。

[0096] 在一些实施例中,接收机可以被预配置具有多个接收机神经网络604。共享接收机神经网络604的配置可以包括共享接收机神经网络604的配置的指示符。接收机可以使用指示符以从多个接收机神经网络604中选择接收机神经网络604的配置。

[0097] 在一些实施例中,共享 t 个接收机神经网络604的配置可以包括共享由对PRT神经网络502和/或接收机神经网络604的训练造成的权重。共享接收机神经网络604的配置可以包括将指示符和/或权重发送给接收机。在一些实施例中,权重可以是指示符。

[0098] 接收机可以通过将PRT神经网络502的配置无线地发送给发射机来共享PRT神经网络502的配置。例如,接收机可以与发射机共享供发射机来实现的PRT神经网络502的配置,其可以是与由接收机来实现的接收机神经网络604协力训练的PRT神经网络502。在一些实施例中,发射机可以被预配置具有多个PRT神经网络502。共享PRT神经网络502的配置可以包括共享PRT神经网络502的配置的指示符。发射机可以使用指示符,以从多个PRT神经网络502中选择PRT神经网络502的配置。在一些实施例中,共享PRT神经网络502的配置可以包括共享由对PRT神经网络502和/或接收机神经网络604的训练造成的权重。共享PRT神经网络502的配置可以包括将指示符和/或权重发送给发射机。在一些实施例中,权重可以是指示符。

[0099] 发射机可以使用PRT神经网络502以生成PRT来降低发射机内的PAPR,然后接收机可以在对从发射机接收的发送的波形进行解调(即,解码)时使用相应的训练的接收机神经网络604。在各种实施例中,发射机可以使用训练的PRT神经网络502来生成PRT,这是因为数据音调是接收用于传输的(即,“在运行中(on the fly)”生成PRT)。通过使用与发射机PRT神经网络502(或使用来自发射机PRT神经网络502的输出)协力训练的接收机神经网络604,接收机可以与使用常规的解调电路可实现的相比更准确地从接收的波形重新构建数据音调。为了实现这一优点,一些实施例包括在发射机与接收机之间进行协调的操作,使得在发射机中使用的训练的PRT神经网络对应于在接收机中使用的训练的接收机神经网络,反之亦然。在一些实施例中,发射机可以使用响应于接收PRT神经网络502的配置的指示符来选择的PRT神经网络502。在一些实施例中,发射机可以使用在发射机上预配置的PRT神经网络502。发射机的信号组合器504可以接收数据音调和PRT,以及通过对数据音调和PRT进行组合来生成传输波形。信号组合器504可以通过将PRT分配给未分配给数据音调的子载波来对

数据音调和PRT进行组合。发射机的快速傅里叶逆变换组件506可以接收传输波形以及将传输波形从频域转换到时域。发射机可以在时域中将传输波形发送给接收机。

[0100] 接收机可以接收时域中的传输波形,以及接收机的快速傅里叶变换组件602可以将传输波形从时域转换到频域。接收机可以使用接收机神经网络604,以对传输波形进行解调来生成对数据信号的重新构建。接收机神经网络604可以接收在频域中的传输波形,以及对传输波形进行解调以生成对数据音调的重新构建。在一些实施例中,接收机可以使用在接收机上预配置的接收机神经网络604。在一些实施例中,接收机可以使用响应于接收接收机神经网络604的配置的指示符来选择的接收机神经网络604。

[0101] 针对一起训练的PRT神经网络502和接收机神经网络604,用于由PRT神经网络502生成PRT以与数据音调组合的单元可以是对于实现接收机神经网络604的接收机而言已知的。照此,PRT可以包含用于对训练的接收机神经网络604可以用于生成对数据音调的重新构建的传输波形进行解调的信息。在PRT中包含的信息可以使得接收机能够使用训练的接收机神经网络604以改善解调性能,比如与利用通过传统的信号处理算法生成的PRT来发送传输波形和使用常规的解调电路进行解调相比改善对数据音调的重新构建的准确度。

[0102] 图7示出根据各种实施例的被配置为使用PRT来实现用于接收机性能改善的基于机器学习的编码和解码的系统的示例。参照图1-图7,发射机700(例如,无线设备120a-120e、200、320、404)可以向接收机702(例如,基站110a-110d、350、402)指示接收机神经网络(例如,接收机神经网络604)以用于对传输波形进行解码来生成对数据音调的重新构建。

[0103] 发射机700和接收机702可以建立上行链路704。发射机700可以向接收机702发送接收机神经网络指示符706。接收机神经网络指示符可以被配置为向接收机702指示接收机神经网络,以从多个接收机神经网络中选择来对来自发射机700的传输波形进行解码。在一些实施例中,接收机神经网络指示符可以是被配置为向接收机702指示用于选择的接收机神经网络的参考(比如在信号中的标记位、在信号中的值的内容、信号的质量等)。在一些实施例中,接收机神经网络指示符可以是用于选择的接收机神经网络的指示符。在一些实施例中,接收机神经网络指示符可以是PRT神经网络(例如,PRT神经网络502)的指示符,发射机700被配置具有该指示符以生成传输波形,接收机702可以根据该指示符来确定用于选择的接收机神经网络。在一些实施例中,接收机神经网络指示符可以是用于与接收机神经网络一起使用的权重,接收机702可以根据该权重来确定用于选择的接收机神经网络。在一些实施例中,接收机702可以使用接收机神经网络指示符作为用于选择接收机神经网络的针对哈希函数、查找表、数据结构位置等的值。

[0104] 发射机700可以向接收机702发送针对接收机神经网络的权重708。权重可以是供接收机702在实现选择的用于对传输波形进行解调的接收机神经网络以生成对数据音调的重新构建时使用的权重。在一些实施例中,权重可以是接收机神经网络指示符,以及发送针对接收机神经网络的权重708可以是与发送接收机神经网络指示符706组合的。

[0105] 发射机700可以使用PRT神经网络将数据音调编码为PRT 710。发射机700的用于对数据音调进行编码的PRT神经网络可以是与接收机神经网络协力训练的PRT神经网络。基于对PRT神经网络和接收机神经网络的训练,PRT神经网络可以接收数据音调以及生成PRT,这可以使得接收机神经网络准确地生成对数据音调的重新构建。信号组合器(例如,信号组合器504)可以接收以及对数据音调和PRT进行组合,生成传输波形。快速傅里叶逆变换组件

(例如,快速傅里叶逆变换组件506)可以接收在频域中的传输波形以及将传输波形转换到时域。发射机700可以向接收机702发送时域中的传输波形712。

[0106] 接收机702可以接收传输波形以及使用接收机神经网络和权重来对传输波形进行解码714。快速傅里叶变换组件(例如,快速傅里叶变换组件602)可以接收在时域中的传输波形以及将传输波形转换到频域。用于对传输波形进行解调的接收机神经网络可以是基于从发射机700接收的指示符来选择的接收机神经网络。接收机702可以与接收机神经网络一起使用的权重可以是发射机700接收的权重。接收机神经网络可以接收在频域中的传输波形,以及使用接收的权重来对传输波形进行解调。对传输波形进行解调可以生成对数据音调的重新构建。

[0107] 图8示出根据各种实施例的被配置为使用PRT来实现用于接收机性能改善的基于机器学习的编码和解码的系统的示例。参照图1-图8,接收机702(例如,基站110a-110d、350、402)可以向发射机700(例如,无线设备120a-120e、200、320、404)指示PRT神经网络(例如,PRT神经网络502)以用于将数据音调编码为PRT来生成传输波形。

[0108] 发射机700和接收机702可以建立上行链路704。接收机702可以向发射机700发送PRT神经网络指示符800。PRT神经网络指示符可以被配置为向发射机700指示PRT神经网络,来从多个PRT神经网络中选择以由发射机700将数据音调编码为PRT。在一些实施例中,PRT神经网络指示符可以是被配置为向发射机700指示用于选择的PRT神经网络的参考(比如信号中的标记位、信号中的值的内容、信号的质量等)。在一些实施例中,PRT神经网络指示符可以是用于选择的PRT神经网络的指示符。在一些实施例中,PRT神经网络指示符可以是接收机神经网络(例如,接收机神经网络604)的指示符,接收机702被配置具有该指示符以对传输波形进行解码,发射机700可以根据该指示符来确定用于选择的PRT神经网络。在一些实施例中,PRT神经网络指示符可以是用于与PRT神经网络一起使用的权重,发射机700可以根据该权重来确定用于选择的PRT神经网络。在一些实施例中,发射机700可以使用PRT神经网络指示符作为用于选择PRT神经网络的针对哈希函数、查找表、数据结构位置等的值。

[0109] 接收机702可以向发射机700发送针对PRT神经网络的权重802。权重可以是供发射机700在实现选择的用于生成PRT的PRT神经网络以生成传输波形时使用的权重。在一些实施例中,权重可以是PRT神经网络指示符,以及发送针对PRT神经网络的权重802可以是与发送PRT神经网络指示符800组合的。

[0110] 发射机700可以使用PRT神经网络和权重来将数据音调编码为PRT 804。发射机700可以用于将数据音调编码为PRT的PRT神经网络可以是基于从接收机702接收的指示符来选择的PRT神经网络。发射机700可以与PRT神经网络一起使用以将数据音调编码为PRT的权重可以是接收机702接收的权重。PRT神经网络可以基于对PRT神经网络和接收机神经网络的训练来接收数据音调,以及使用接收的权重以生成PRT,这可以使得接收机神经网络准确地生成对数据音调的重新构建。信号组合器(例如,信号组合器504)可以接收以及对数据音调和PRT进行组合,生成传输波形。快速傅里叶逆变换组件(例如,快速傅里叶逆变换组件506)可以接收在频域中的传输波形以及将传输波形转换到时域。发射机700可以向接收机702发送时域中的传输波形712。

[0111] 接收机702可以接收传输波形,以及使用接收机神经网络来对传输波形进行解码806。快速傅里叶变换组件(例如,快速傅里叶变换组件602)可以接收在时域中的传输波形

以及将传输波形转换到频域。接收机702可以用于对传输波形进行解码的接收机神经网络可以是与PRT神经网络协力训练的接收机神经网络。接收机神经网络可以接收在频域中的传输波形,以及对传输波形进行解调以生成对数据音调的重新构建。作为对接收的信号进行解调的一部分,接收机神经网络不仅提取PRT以获得数据音调,还使用由PRT神经网络生成PRT的方式中固有的信息来改善重新构建的数据音调的准确度。

[0112] 图9示出根据各种实施例的用于使用PRT来发送用于接收机性能改善的基于机器学习的数据的方法。参照图10图9,方法900可以是在计算设备(例如,基站110a-110d、350、402、无线设备120a-120e、200、320、404、发射机700、接收机702)中、在通用硬件中、在专用硬件中、在处理器(例如,处理器210、212、214、216、218、252、256、260、428、432)中执行的软件中、或者在软件配置的处理器和专用硬件的组合(比如在包括其它单个组件和各种存储器/高速缓存控制器的峰值降低编码器和/或解码器系统(例如,处理器210、212、214、216、218、252、256、260、428、432、编码器500、解码器600)内执行软件的处理器)中实现的。为了包含在各种实施例中实现的替代的配置,实现方法900的硬件在本文中称为“无线通信设备”。

[0113] 在方框902中,无线通信设备可以建立与另一无线通信设备的上行链路。建立上行链路可以是由无线通信设备发起的,以及是基于在无线通信设备之间发送的通信信号和数据来建立的。上行链路可以是经由各种已知的单元建立的,包括用于建立在5G NR网络中的上行链路的单元。在一些实施例中,在方框902中建立上行链路可以发生在发射机与接收机之间。在一些实施例中,在方框902中建立上行链路可以发生在无线设备与基站之间。

[0114] 在方框904中,无线通信设备可以发送PRT神经网络和/或接收机神经网络。接收机神经网络可以是与由无线通信设备使用的PRT神经网络协力训练的接收机神经网络。在一些实施例中,发射机和/或无线设备可以在方框904中发送接收机神经网络。

[0115] 在一些实施例中,在方框904中发送PRT神经网络可以通过发送PRT神经网络的指示符来实现的,所述指示符被配置为向另一无线通信设备指示从在另一无线通信设备上预配置的多个PRT神经网络之中选择哪个PRT神经网络(例如,PRT神经网络502)。在一些实施例中,发送接收机神经网络可以通过发送接收机神经网络(例如,接收机神经网络604)的指示符来实现的,所述指示符被配置为向另一无线通信设备指示从在另一无线通信设备上预配置的多个接收机神经网络之中选择哪个接收机神经网络。在一些实施例中,指示符可以是被配置为向另一无线通信设备指示用于选择的PRT神经网络和/或接收机神经网络的参考(比如信号中的标记位、信号中的值的内容、信号的质量等)。在一些实施例中,指示符可以是用于选择的PRT神经网络和/或接收机神经网络的指示符。在一些实施例中,指示符可以是PRT神经网络的指示符,进行发送的无线通信设备被配置具有该指示符以生成传输波形,进行接收的无线通信设备可以根据该指示符来确定用于选择的接收机神经网络。在一些实施例中,指示符可以是接收机神经网络的指示符,进行接收的无线通信设备被配置具有该指示符以对传输波形进行解码,进行发送的无线通信设备可以根据该指示符来确定PRT神经网络以用于生成PRT。在一些实施例中,指示符可以是用于与PRT神经网络和/或接收机神经网络一起使用的权重,另一无线通信设备可以根据该权重来确定用于选择的PRT神经网络和/或接收机神经网络。在一些实施例中,另一无线通信设备可以使用该指示符作为用于选择PRT神经网络和/或接收机神经网络的针对哈希函数、查找表、数据结构位

置等的值。

[0116] 在一些实施例中,无线通信网络可以向另一无线通信设备发送PRT神经网络。PRT神经网络可以是与由无线通信设备使用的接收机神经网络协力训练的PRT神经网络。在一些实施例中,接收机和/或基站可以在方框904中发送PRT神经网络。在一些实施例中,无线通信设备可以向另一无线通信设备发送接收机神经网络。

[0117] 在方框906中,无线通信设备可以发送PRT神经网络和/或接收机神经网络权重。无线通信设备可以向另一无线通信设备发送权重。权重可以是供进行发送的无线通信设备在实现选择的用于生成PRT的PRT神经网络以生成传输波形时使用的权重。在一些实施例中,权重可以是PRT神经网络指示符,以及在方框906中发送针对PRT神经网络的权重可以是与在方框904中发送PRT神经网络指示符组合的。在一些实施例中,权重可以是供进行接收的无线通信设备在实现选择的用于对传输波形进行解调的接收机神经网络以生成对数据音调的重新构建时使用的权重。在一些实施例中,权重可以是接收机神经网络指示符,以及在方框906中发送针对接收机神经网络的权重可以是与在方框904中发送接收机神经网络指示符组合的。在一些实施例中,无线通信设备可以向另一无线通信设备发送PRT神经网络。在一些实施例中,接收机和/或基站可以在方框906中发送PRT神经网络权重。在一些实施例中,发射机和/或无线设备可以在方框906中发送接收机神经网络权重。

[0118] 在一些实施例中,方法900可以是针对在移动无线通信设备与基站无线通信设备之间建立的每个上行链路来实现的。在一些实施例中,方法900可以是针对在无线通信设备与基站无线通信设备之间建立的某些数量的上行链路的每个间隔来重复地实现的。在一些实施例中,方法900可以是针对在无线通信设备与在指定的时间段之后的基站无线通信设备之间建立的上行链路来重复地实现的。

[0119] 图10示出根据各种实施例的用于使用PRT来实现用于接收机性能改善的基于机器学习的编码和解码的方法的示例。参照图10,方法1000可以是在计算设备(例如,基站110a-110d、350、402、无线设备120a-120e、200、320、404、发射机700、接收机702)中、在通用硬件中、在专用硬件中、在处理器(例如,处理器210、212、214、216、218、252、256、260、428、432)中执行的软件中、或者在软件配置的处理器和专用硬件的组合(比如在包括其它单个组件和各种存储器/高速缓存控制器的峰值降低编码器和/或解码器系统(例如,处理器210、212、214、216、218、252、256、260、428、432、编码器500、解码器600)内执行软件的处理器)中实现的。为了包含在各种实施例中实现的替代的配置,实现方法1000的硬件在本文中称为“无线通信设备”。

[0120] 在方框1002中,无线通信设备中的发射机、无线设备、编码器和/或PRT神经网络(例如,PRT神经网络502)可以在方框1002中接收数据音调。在一些实施例中,发射机、无线设备、编码器和/或信号组合器(比如,信号组合器504)可以在方框1002中接收数据音调。数据音调可以是已经映射到调制符号的序列(比如正交幅度调制(QAM)符号(例如,16QAM符号))的数据的流(比如数据分组)。

[0121] 在方框1004中,在无线通信设备内的训练的PRT神经网络(例如,502)可以接收数据音调作为输入,以及输出被配置为降低由快速傅里叶逆变换电路(例如,506)输出的信号的PAPR的一个或多个PRT。如本文所描述的,PRT神经网络(例如,502)可以被训练为基于补偿将从快速傅里叶逆变换电路输出的信号中的峰值的输入数据音调来生成PRT。PRT可以分

配给与数据音调的子载波正交的子载波,使得PRT和数据音调的组合降低与数据音调相对应的波形的峰值的幅度。

[0122] 在方框1006中,无线通信设备中的信号组合器(例如,504)可以组合通过训练的神经网络输出的数据音调与PRT,以输出针对于快速傅里叶逆变换电路的组的信号。PRT可以与数据音调组合以降低数据音调的PAPR。PRT和数据信号可以通过对PRT和数据信号的频分复用来组合的。组合的数据信号和PRT可以称为传输波形。

[0123] 在方框1008中,在无线通信设备中的快速傅里叶逆变换组件(例如,506)可以将处理的数据信号从频域变换到时域,以生成用于放大和传输的传输波形。

[0124] 在方框1010中,无线通信设备中的发射机可以向另一无线通信设备发送传输波形。在一些实施例中,无线通信设备可以经由5G NR网络来向无线通信设备发送传输波形。

[0125] 在方框1012中,接收机无线通信设备中的天线可以从进行发送的无线通信设备接收传输波形。

[0126] 在方框1014中,接收机无线通信设备中的快速傅里叶变换组件(例如,602)可以将传输波形从时域变换到频域。

[0127] 在可选的方框1016中,进行接收的无线通信设备可以选择用于对从发射机无线通信设备接收的无线信号进行解调的接收机神经网络。在方框1016中的操作是可选的,因为在一些实施例中,接收机神经网络可以不改变。另外,在方框1016中的操作可以是在接收传输波形之前执行的,比如在用于建立与发射机的无线通信链路的过程期间。在一些实施例中,接收机无线通信设备可以已经接收到和/或可以接收接收机神经网络指示符作为对发射机无线通信设备的传输中的一部分,如本文中在方法900的方框904(图9)中所描述的。在一些实施例中,另一无线通信设备可以使用接收机神经网络指示符作为用于选择接收机神经网络的针对哈希函数、查找表、数据结构位置等的值。在一些实施例中,进行接收的无线通信设备可以通信链接到多个无线通信设备,以及可以使用标识无线通信设备的传输波形的元数据以将来自无线通信设备的接收机神经网络指示符与传输波形相关联。在一些实施例中,接收机、基站、解码器和/或接收机神经网络可以在方框1016中选择用于对传输波形进行解调的接收机神经网络。

[0128] 在方框1018中,接收机无线通信设备可以通过训练的接收机神经网络来在方框1014中处理来自快速傅里叶变换组件的频域信号输出,以生成对数据音调的重新构建。如本文所描述的,接收机中的接收机神经网络可以是基于来自包括PRT神经网络(即,在方框1004上使用的PRT神经网络)的发射机的输出来训练的,所述PRT神经网络被训练为降低在用于由进行发送的无线通信设备进行的传输的信号中的PAPR。接收机无线通信设备中的接收机神经网络可以被配置为对频域信号进行解调以重新构建数据音调。通过基于来自包括PRT神经网络的发射机的输出来训练,接收机神经网络能够使用PRT内固有的信息以与可能使用常规的解调电路相比更准确地恢复数据音调。

[0129] 图11A和图11B示出根据各种实施例的用于在发射机侧训练机器学习神经网络用于基于数据音调的输入来生成PRT以及用于提取PRT以及在接收机侧重新构建数据音调的方法1100a、方法1100b的示例。参照图11A和图11B,方法1100a、方法1100b可以是在无线通信设备(例如,基站110a-110d、350、402、无线设备120a-120e、200、320、404、发射机700、接收机702)中实现的,该无线通信设备具有在处理器(例如,处理器210、212、214、216、218、252、

256、260、428、432)中的或者耦合到处理器的、或者在软件配置的处理器和专用硬件的组合(比如在包括其它单个组件和各种存储器/高速缓存控制器的峰值降低编码器和/或解码器系统(例如,处理器210、212、214、216、218、252、256、260、428、432、编码器500、解码器600)内执行软件的处理器)中的神经网络(例如,502、602)。为了包含在各种实施例中实现的替代的配置,实现方法1100a、方法1100b的硬件在本文中称为“训练设备”。

[0130] 在方框1102中,训练设备可以接收表示发射机可以在无线通信期间发送给接收机的数据信号的数据信号。在一些实施例中,编码器和/或PRT神经网络(例如,PRT神经网络502)可以在方框1102中接收数据音调。在一些实施例中,编码器和/或信号组合器(例如,信号组合器504)可以在方框1102中接收数据音调。

[0131] 在方框1104中,训练设备可以确定被配置为降低将被放大用于传输的传输波形的PAPR的PRT。PRT可以是与被配置的数据音调正交的音调,使得PRT与数据音调的组合降低将被放大用于传输的输出信号的波形的峰值的幅度。在一些实施例中,多个PRT可以是使用常规的递归算法来确定的。在一些实施例中,编码器和/或PRT神经网络可以在方框1104中确定PRT。

[0132] 在可选的方框1106中,训练设备可以对数据音调和生成的PRT进行组合以生成组合的信号。PRT和数据音调可以是通过对PRT和数据音调的频分复用来组合的。组合的数据音调和PRT可以称为传输波形。在一些实施例中,编码器和/或信号组合器可以在方框1106中对数据音调和PRT进行组合。在一些实施例中,可以将传输波形提供给针对图11B中的方法1100b的方框1116的解码器和/或接收机神经网络。

[0133] 在可选的方框1108中,训练设备可以将传输波形从频域变换到时域。在一些实施例中,编码器和/或快速傅里叶逆变换组件(例如,快速傅里叶逆变换组件506)可以在方框1108中将传输波形从频域变换到时域。

[0134] 在方框1110中,训练设备可以确定针对PRT神经网络输出的误差。在一些实施例中,可以由训练设备确定的针对PRT神经网络输出的误差可以将传输波形的PAPR与PAPR门限(例如,针对发射机设备的最大允许峰均功率)进行比较,以及向PRT神经网络提供超过PAPR门限的量作为校正误差。在一些实施例中,PAPR门限可以是针对任意数量的数据信号的通常的PAPR门限。在一些实施例中,PAPR门限可以是针对特定的数据信号的PAPR门限值。在一些实施例中,PAPR门限可以是表示针对数据信号的PAPR值与传输波形的PAPR之差的门限的值。PAPR门限可以表示针对对传输波形的放大和传输能接受的PAPR值。

[0135] 在方框1112中,训练设备可以使用针对PRT神经网络输出的误差来训练PRT神经网络。训练设备可以被配置为更新用于确定PRT的PRT神经网络的权重值,以便减小误差或在方框1110中确定的误差。训练设备可以使用被配置为使用误差值和权重作为输入和输出更新的权重的算法。在一些实施例中,编码器和/或处理器可以在方框1112中使用针对PRT神经网络输出的误差来训练PRT神经网络。

[0136] 一旦已经训练发射机PRT神经网络使得传输波形落入PAPR门限内,可以训练接收机神经网络。参照图11B,在可选的方框1114中,训练设备可以将由发射机输出的传输波形从时域变换到频域。在一些实施例中,解码器和/或快速傅里叶变换组件(例如,快速傅里叶变换组件602)可以在方框1110中将传输波形从时域变换到频域。在一些实施例中,训练设备可以接收由图11A中的方法1100a的方框1108中的训练设备输出的传输波形。

[0137] 在方框1116中,训练设备可以将频域传输波形应用于接收机神经网络,以生成对是在发射机上的输入的数据音调的重新构建(即,在方框1102中)。接收机神经网络对传输波形进行解调,以在由发射机插入的接收的PRT的帮助下重新构建数据音调。

[0138] 在方框1118中,训练设备可以确定针对对数据音调的重新构建的误差。训练设备可以被配置为通过各种已知的单元来比较数据音调和对数据音调的重新构建,以确定针对对数据音调的重新构建的误差值。例如,可以比较对数据音调的重新构建和数据音调质量和/或内容。举进一步的示例,处理对数据音调的重新构建的结果可以指示针对对数据的重新构建的误差值,和/或对结果与期望的结果的比较可以指示针对对数据音调的重新构建的误差值。在一些实施例中,编码器、解码器和/或处理器可以在方框1118中确定针对对数据音调的重新构建的误差。

[0139] 在方框1120中,训练设备可以使用针对对数据音调的重新构建的误差来训练接收机神经网络。训练设备可以被配置为更新用于生成PRT的PRT神经网络的权重值,和/或用于对传输波形进行解调的接收机神经网络的权重值,以重新构建数据音调以便减小误差。训练设备可以使用被配置为使用误差值和权重作为输入以及输出更新的权重的算法。在一些实施例中,编码器、解码器和/或处理器可以在方框1120中使用针对对数据信号的重新构建的误差来训练接收机神经网络。

[0140] 在一些实施例中,方法1100a,方法1100b可以一起重复训练相组合的PRT神经网络和接收机神经网络两者,直到输入到具有PRT神经网络的发射机的数据音调与通过接收机神经网络输出的重新构建的数据音调之间的差异落入可接受的误差门限内为止。在一些实施例中,可以使用多个不同的数据信号来重复方法1100a、方法1100b用于对方法1100a、方法1100b的多次迭代。可以使用多个数据信号来重复方法1100a、方法1100b,直到多个数据信号的数量达到多个数据信号中的所有数据信号为止,使得误差值不超过误差的门限。对方法1100a、方法1100b的连续迭代可以使用由在框1112、方框1120中使用误差值来训练PRT神经网络和/或接收机神经网络造成的更新的权重。

[0141] 与常规的发射机/接收机对比较,各种实施例改善无线通信设备发射机和接收机的功能。通过基于使用训练的PRT神经网络生成PRT的发射机的输出来训练接收机神经网络,训练的接收机神经网络能够利用与嵌入在由发射机输出的传输波形内的PRT相关的信息来与可能使用忽略PRT的常规的解调电路相比更准确地(即,具有更小的误差)重新构建数据音调。通过组合地训练PRT神经网络和接收机神经网络,在编码器与解码器之间的紧密连接可以是经由插入发送的信号中的PRT来耦合的,因此与使用常规的PRT生成电路和解调电路的可行性相比,在发射机侧将PAPR降低到可接受的水平之内,同时在接收机侧还能够实现更好的对数据音调的重新构建。

[0142] 图12示出根据各种实施例的具有在正交子载波1202、正交子载波1204上的数据音调和PRT的传输波形1200的示例。参照图1-图12,发射机(例如,发射机700)上的编码器(例如,编码器500)可以通过PRT神经网络(例如,PRT神经网络502)根据数据音调和根据数据音调生成的PRT来生成传输波形1200。在数据音调子载波1202上的数据音调和在正交子载波1204上的PRT可以通过频分复用由发射机(例如,700)中的信号组合器(例如,504)组合的。数据音调和PRT可以由在正交子载波1202、正交子载波1204上的发射机来发送的。PRT可以在与为数据音调而保留的子载波1202正交的子载波1204上发送的。

[0143] 各种实施例(包括方法900、方法1000和方法1100)可以是在各种网络计算设备中(例如,在基站110a-110d、350、402中)执行的,其示例是在图13中示出的,图13示出网络计算设备1300的示例。参照图1-图12,网络计算设备1300可以用作通信网络的网络元件,比如基站。网络计算设备1300可以包括耦合到易失性存储器1302的处理器1301和比如磁盘驱动器1303的大容量非易失性存储器。网络计算设备1300还可以包括外围存储器存取设备,比如耦合到处理器1301的软盘驱动器、光盘(CD)或数字视频盘(DVD)驱动器1306。网络计算设备1300还可以包括耦合到处理器1301的网络接入端口1304(或接口)用于建立与网络(比如耦合到其它系统计算机和服务器的互联网或局域网)的数据连接。网络计算设备1300可以包括用于发送和接收可以连接到无线通信链路的电磁辐射的一个或多个天线1307。网络计算设备1300可以包括用于耦合到外围设备、外部存储器或其它设备的另外的接入端口,比如USB、火线、雷电接口等。

[0144] 各种实施例(包括方法900、方法1000和方法1100)可以是在各种无线设备(例如,无线设备120a-120e、200、320、404)中执行的,其示例是在图14中示出的,其示出适合于与各种实施例一起使用的无线设备1400的示例。参照图1-图12,无线设备1400可以包括耦合到第二SOC 204(例如,支持5G的SOC)的第一SOC 202(例如,SOC-CPU)。第一SOC 202和第二SOC 204可以耦合到内部存储器426、内部存储器1416、显示器1412和扬声器1414。另外地,无线设备1400可以包括用于发送和接收电磁辐射的天线1404,所述天线1404可以连接到耦合到第一SOC 202和/或第二SOC 204中的一个或多个处理器的无线数据链路和/或蜂窝电话收发机266。无线设备1400还可以包括用于接收用户输入的菜单选择按钮或摇臂开关1420。

[0145] 无线设备1400还可以包括声音编码/解码(CODEC)电路1410,其将从麦克风接收的声音数字化为适合于无线传输的数据分组,以及对接收的声音数据分组进行解码以生成将其提供给扬声器来生成声音的模拟信号。另外,第一SOC 202和第二SOC 204中的处理器中的一个或多个处理器、无线收发机266和CODEC 1410可以包括数字信号处理器(DSP)电路(未单独地示出)。

[0146] 网络计算设备1300和无线设备1400的处理器可以是任何可编程微处理器、微型计算机或多处理器芯片或者可以通过软件指令(应用)被配置为执行各种功能的芯片,包括下文所描述的各种实施例的功能。在一些移动设备中,可以提供多个处理器,比如在SOC 204内专用于无线通信功能的一个处理器和在SOC 202内专用于运行其它应用的一个处理器。软件应用可以是在其接入和加载到处理器之前存储在存储器426、存储器430、存储器1416中的。处理器可以包括足以存储应用软件指令的内部存储器。

[0147] 如本申请中使用的,术语“组件”、“模块”、“系统”等旨在包括计算机相关的实体,比如但不受限于硬件、固件、硬件和软件的组合、软件或在执行中的软件,其被配置为执行特定的操作或功能。例如,组件可以是但不受限于在处理器上运行的过程、处理器、对象、可执行文件、执行的线程、程序或计算机。通过说明的方式,在无线设备上运行的应用和无线设备两者可以称为组件。一个或多个组件可以存在于过程或执行的线程内,以及组件可以位于一个处理器或内核上或是分布在两个或更多个处理器或内核之间。此外,这些组件可以从具有在其上存储的各种指令或数据结构的各种非暂时性计算机可读介质中执行。组件可以通过本地过程或远程过程、功能或过程调用、电子信号、数据分组、存储器读取/写入和

其它已知的网络、计算机、处理器或过程相关的通信方法进行通信。

[0148] 多个不同的蜂窝和移动通信服务和标准在未来是可用的或预期的,所述服务和标准中的所有服务和标准可以实现以及受益于各种实施例。这样的服务和标准包括比如第三代合作伙伴计划(3GPP)、长期演进(LTE)系统、第三代无线移动通信技术(3G)、第四代无线移动通信技术(4G)、第五代无线移动通信技术(5G),全球移动通信系统(GSM)、通用移动通信系统(UMTS)、3GSM、通用分组无线业务(GPRS)、码分多址(CDMA)系统(比如cdmaOne、CDMA1020TM)、增强型数据速率GSM演进(EDGE)、改进的移动电话系统(AMPS)、数字AMPS(IS-136/TDMA),演进数据优化(EV-DO)、数字增强无绳电信(DECT)、全球微波接入互操作性(WiMAX)、无线局域网(WLAN)、Wi-Fi保护接入I&II(WPA、WPA2)和整合的数字增强网络(iDEN)。例如,这些技术中的每个技术涉及对语音、数据、信令或内容消息的发送和接收。应当理解的是,对与单个电信标准或技术相关的术语或技术细节的任何引用是仅出于说明性的目的,以及除非在权利要求书的语言表达中明确地记载,否则不旨在将权利要求书的范围限制为特定的通信系统或技术。

[0149] 提供示出的和描述的各种实施例仅作为示例以示出权利要求书中的各种特征。然而,相对于任何给定的实现方式示出的和描述的特征不一定受限于相关联的实现方式,以及可以与示出的和描述的其它实施例一起使用或组合。进一步地,权利要求书不旨在通过任何一个示例实现方式来限制。例如,对本文中公开的方法的操作中的一个或多个操作可以替代对本文中公开的方法的一个或多个操作,或与对本文中公开的方法的一个或多个操作组合。

[0150] 如本文中所使用的,称为条目列表“中的至少一个”的短语指的是这些条目的任何组合,包括单个成员。举例而言,“a、b或c中的至少一个”旨在于覆盖:a、b、c、a-b、a-c、b-c和a-b-c。

[0151] 结合本文中公开的实施例描述的各种说明性的逻辑、逻辑方框、模块、组件、电路和算法操作可以实现为电子硬件、计算机软件或两者的组合。已经大体上根据上文所描述的各种说明性的组件、方框、模块、电路和过程示出的功能对硬件和软件的互换性进行描述。至于这样的功能是实现为硬件还是软件,取决于特定的应用以及施加在整个系统上的设计约束。

[0152] 用于实现结合本文所公开的各方面所描述的各种说明性的逻辑、逻辑方框、模块和电路的硬件和数据处理装置可以利用被设计为执行本文所描述的功能的通用单芯片处理器或通用多芯片处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或者其它可编程逻辑设备、分立门或晶体管逻辑、分立硬件组件或其任何组合来实现或执行。通用处理器可以是微处理器或任何常规的处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可以实现为组合,比如DSP和微处理器的组合、多个微处理器、与DSP内核协力的一个或多个微处理器或者任何其它这样的配置。在一些实施例中,特定的过程和方法可以由特定于给定的功能的电路来执行。

[0153] 在一个或多个方面中,所描述的功能可以是在包括在本说明书中公开的结构和其结构性的等效物的硬件、数字电子电路、计算机软件、固件中或在其任意组合中实现的。本说明书中描述的主题的实施例还可以实现为编码在计算机存储介质上用于由数据处理装置进行的执行或控制对数据处理装置的操作的一个或多个计算机程序(即,计算机程序指

令中的一个或多个模块)。

[0154] 如果在软件中实现,则所述功能可以作为一个或多个指令或代码存储在计算机可读介质上或者通过其进行发送。本文所公开的方法或算法的过程可以是在可以存在于计算机可读介质上的处理器可执行软件模块中实现的。计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质两者,所述通信介质包括可以实现将计算机程序从一个地方传送到另一地方的任何介质。存储介质可以是可以由计算机存取的任何可用的介质。通过举例而非限制性的方式,这样的计算机可读介质可以包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其它光盘存储、磁盘存储或其它磁存储设备,或可以用于以指令或数据结构的形式存储预期的程序代码并且可以由计算机存取的任何其它介质。另外,任何连接可以适当地称为计算机可读介质。如本文所使用的,磁盘和光盘包括压缩光盘(CD)、激光光盘、光盘、数字多功能光盘(DVD)、软盘和蓝光光盘,其中磁盘通常磁性地复制数据,而光盘则利用激光来光学地复制数据。上述的组合还应当包括在计算机可读介质的范围内。另外地,对方法或算法的操作可以作为代码和指令的一个或任何组合或集合存在于机器可读介质和计算机可读介质上,其可以并入计算机程序产品中。

[0155] 对本公开内容中描述的实施例的各种修改可以是对于本领域技术人员而言显而易见的,以及在不背离本公开内容的精神或范围的情况下,本文所定义的通用原则可以应用于其它实施例。因此,本权利要求书不旨在受限于本文中示出的实施例,而是符合与本文所公开的本公开内容、原则和新颖性特征相一致的最宽的范围。

[0156] 另外地,本领域的普通技术人员将容易理解的是,有时使用术语“上面的”和“下面的”以便于描述附图,以及指示与对在适当地定向的页面上的附图的定向相对应的相对的位置,以及可能不反映对如实现的任何设备的适当的定向。

[0157] 本说明书中在单独的实施例的上下文中描述的某些特征还可以是在单个实现方式中组合实现的。相反地,在单个实现方式的上下文中描述的各种特征还可以是在多个实施例中单独地或在任何合适的子组合中实现的。此外,虽然特征可以是在上文描述为在某些组合中起作用,以及甚至是最初照此请求保护的,但是在一些情况下来自所请求保护的组合的一个或多个特征可以从组合去除的,以及所请求保护的组合可以是针对于子组合或子组合的变形。

[0158] 类似地,虽然操作是在附图中以特定的顺序描绘的,但是这不应理解为要求以示出的特定的顺序或以连续的顺序执行这样的操作,或者要求执行所有示出的操作以实现预期的结果。进一步地,附图可以以流程图的形式示意性地描绘更多示例过程。然而,未描绘的其它操作可以并入示意性地示出的示例过程中。例如,可以在示出的操作中的任何操作之前、之后、同时或之间执行一个或多个另外的操作。在某些情况下,多任务和并行处理可能是有优势的。此外,对上文所描述的实施例中的各种系统组件的分开不应理解为在所有实施例中要求这样的分开,以及应当理解的是,所描述的程序组件和系统通常可以是整合在单个软件产品中的或者是封装在多个软件产品中的。另外地,其它实施例在所附权利要求要求的范围内。在一些情况下,权利要求书中记载的行动可以是以不同的顺序执行的,以及仍然实现预期的结果。

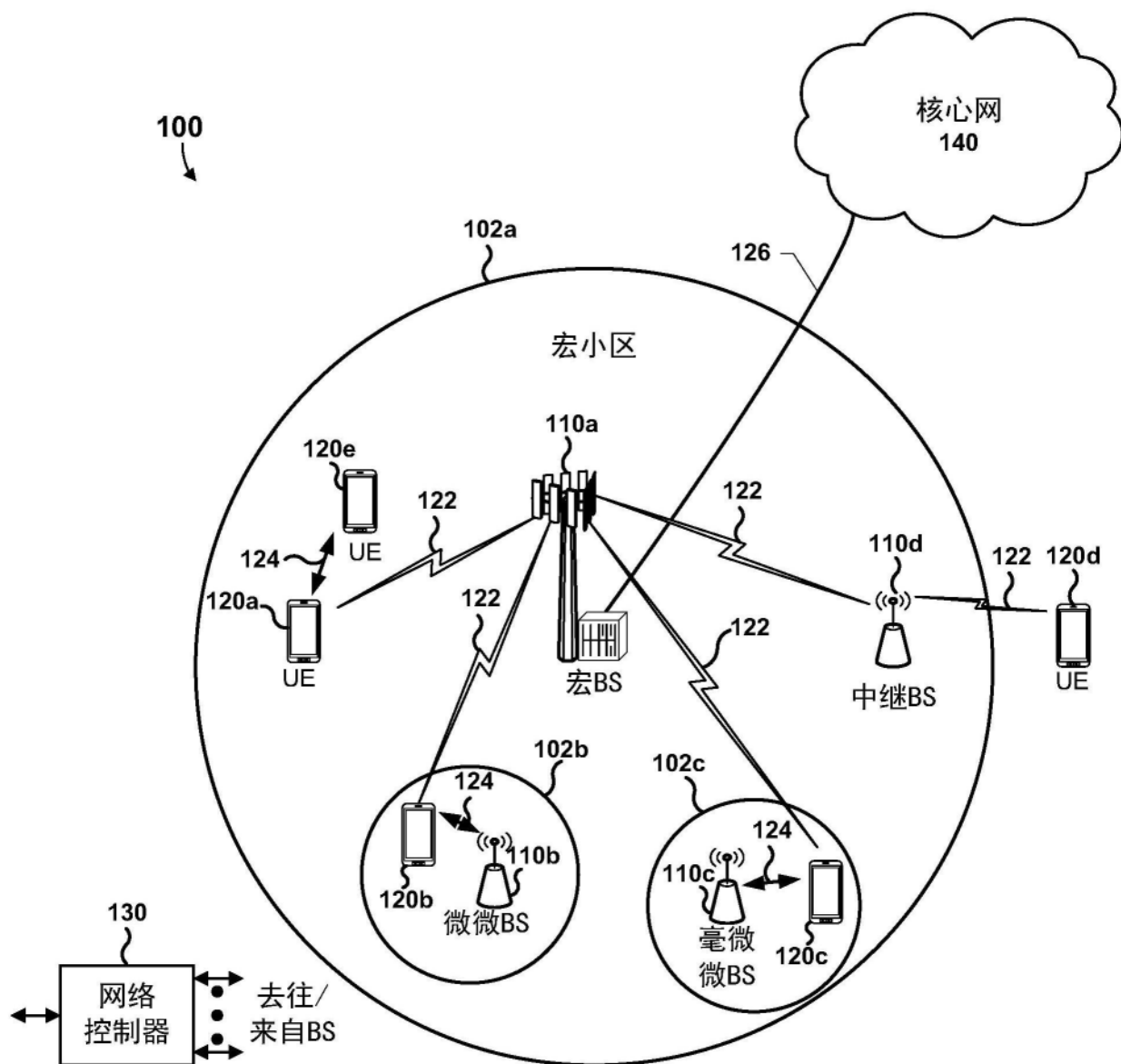


图1

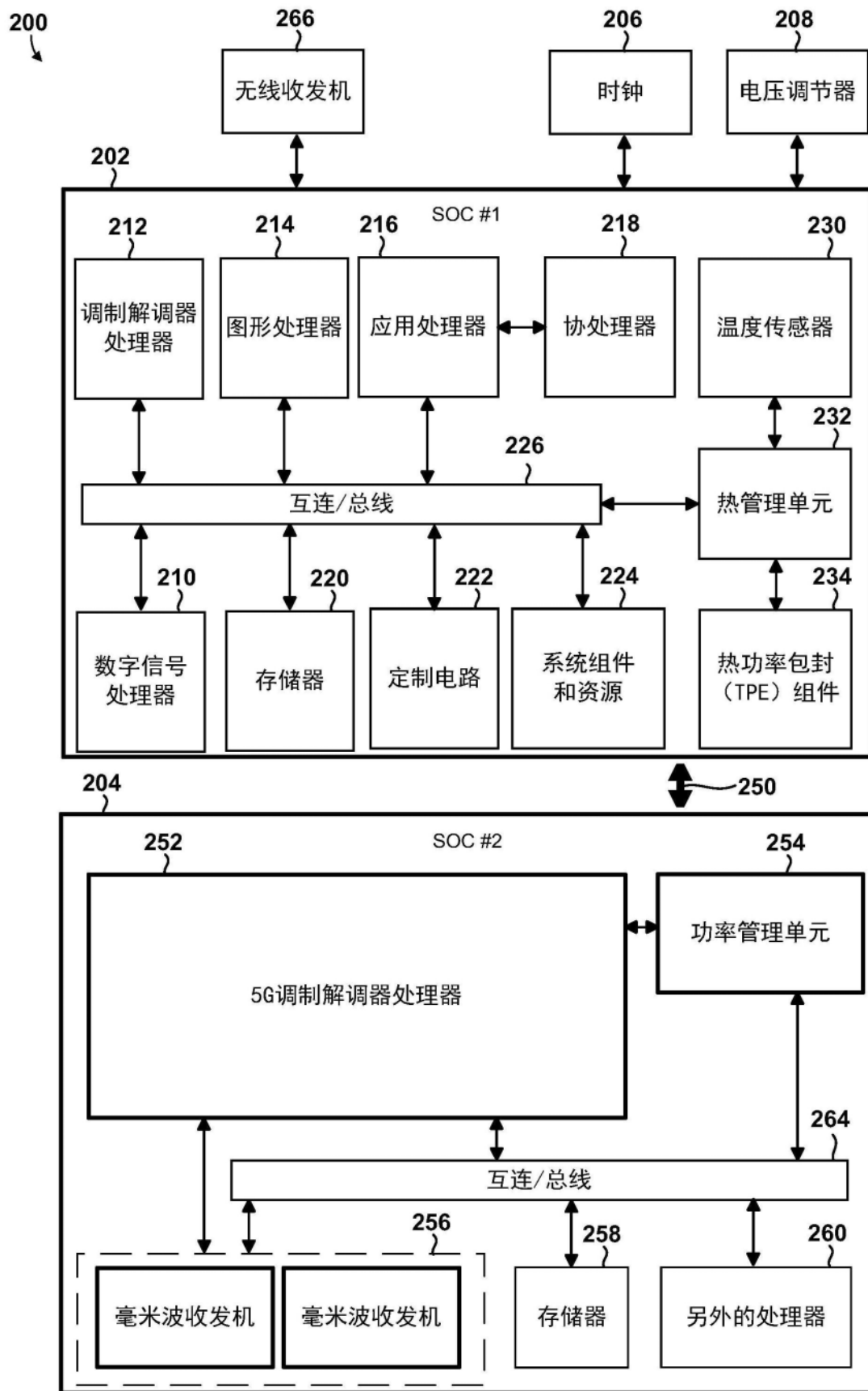


图2

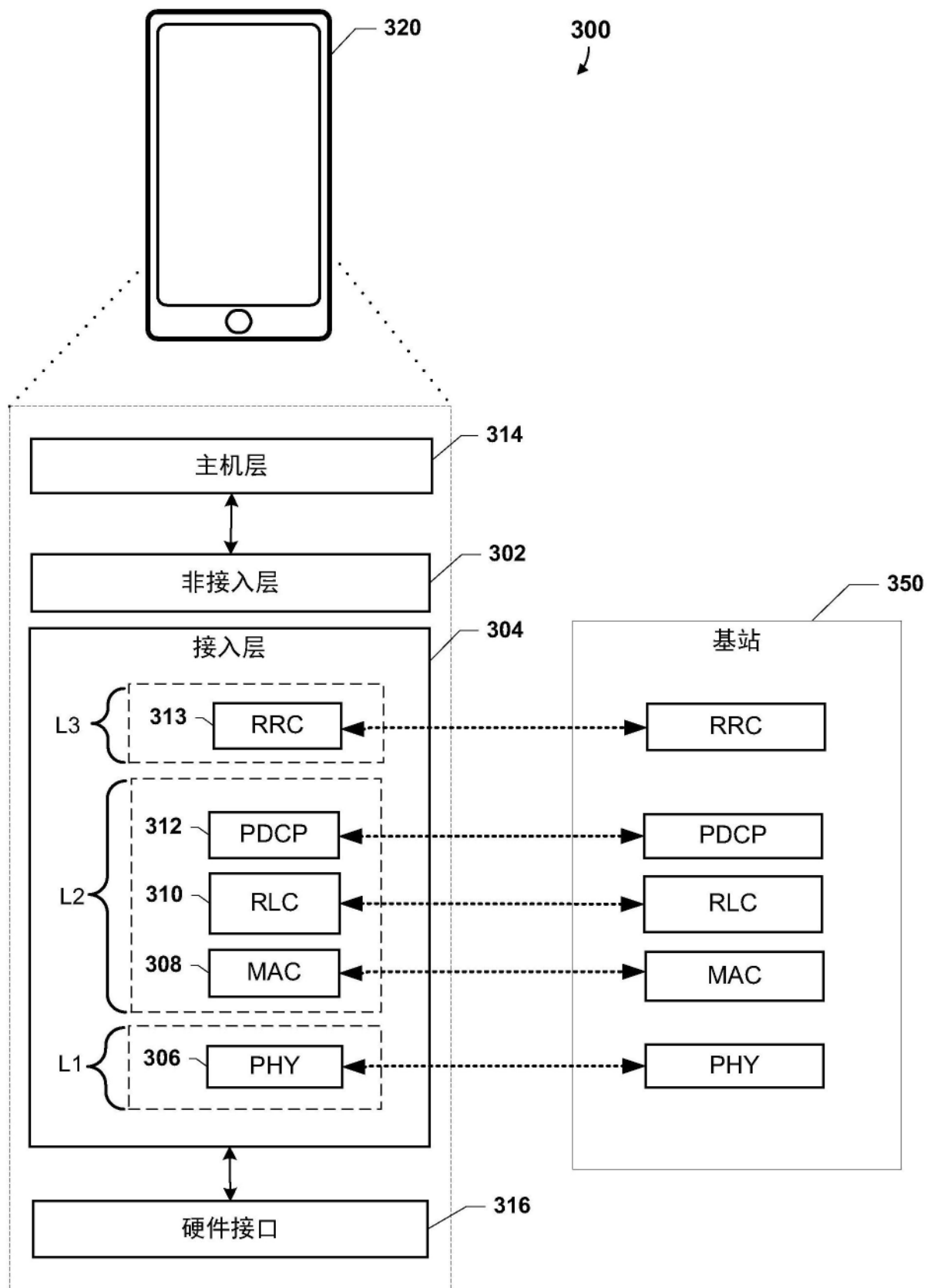


图3

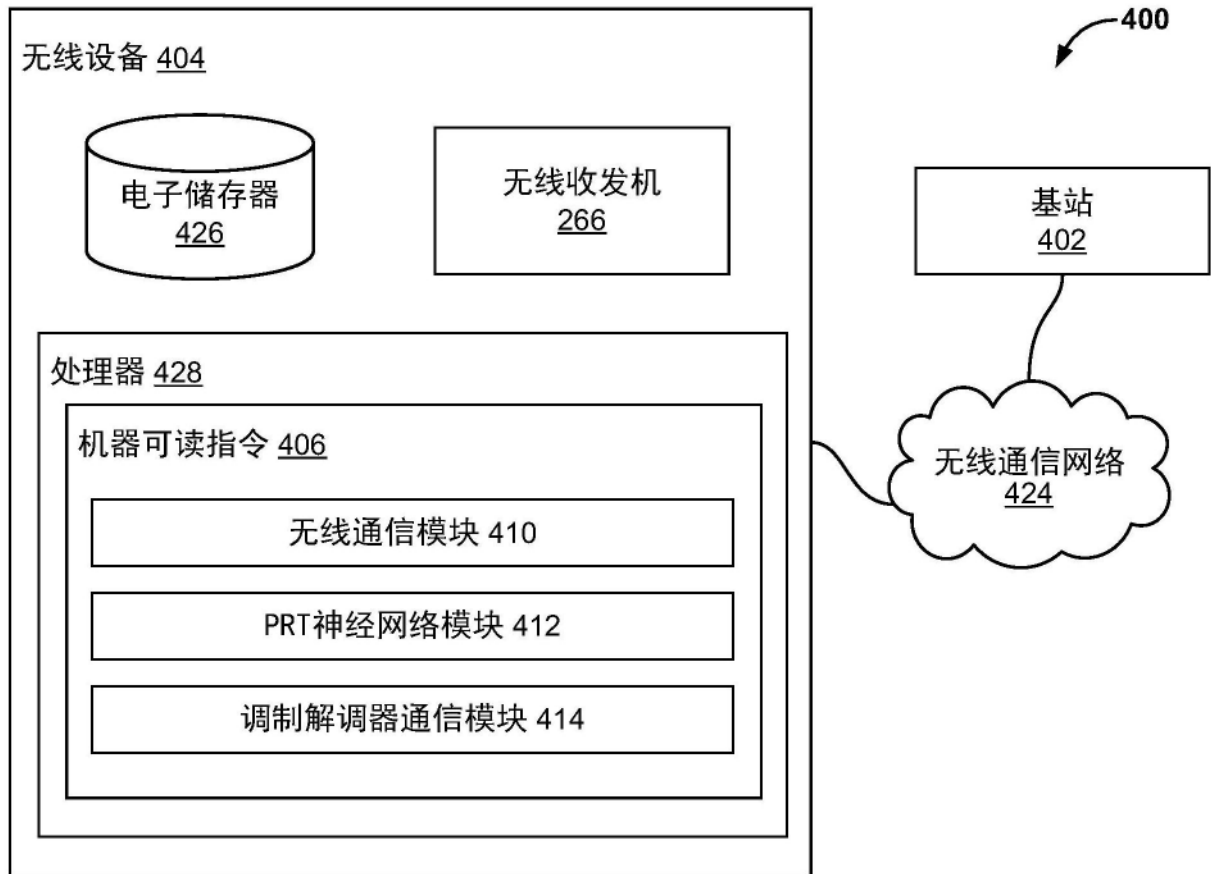


图4A

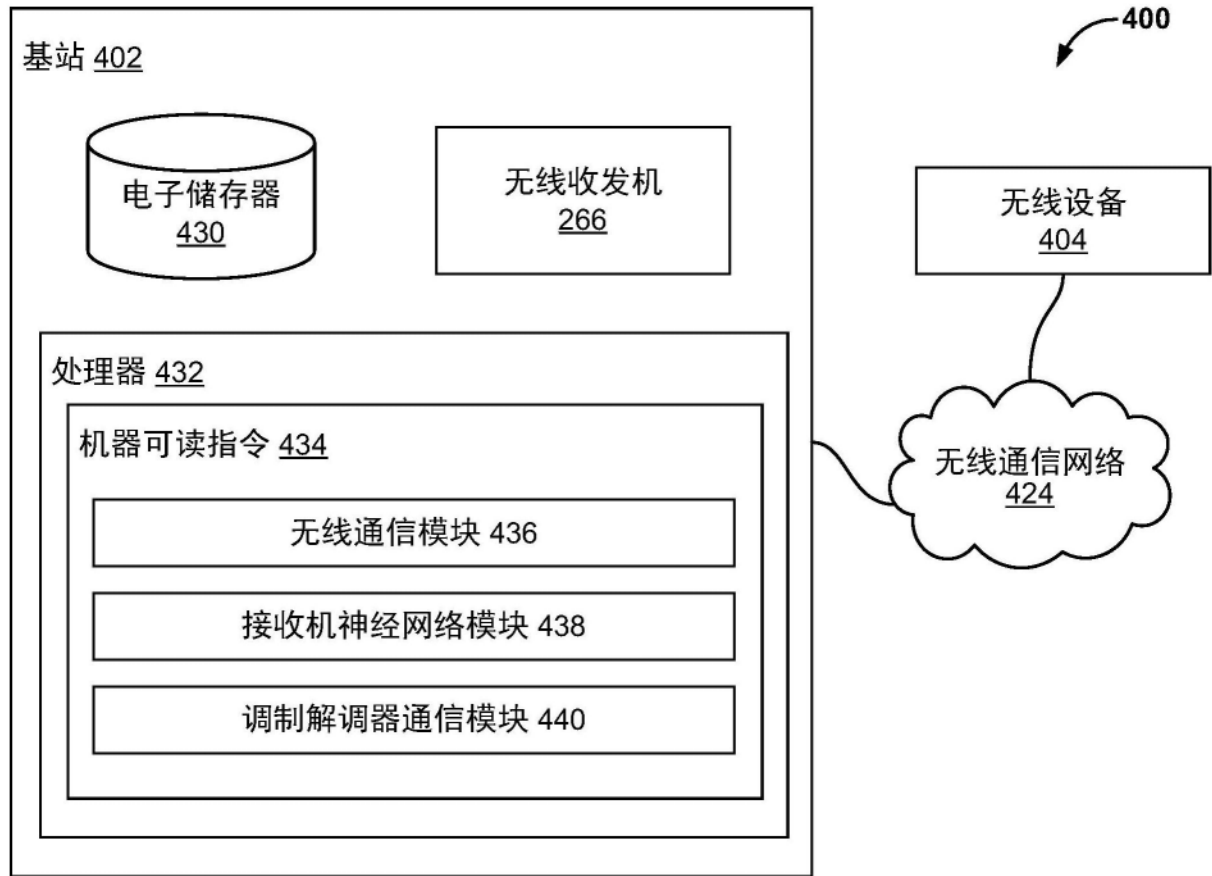


图4B

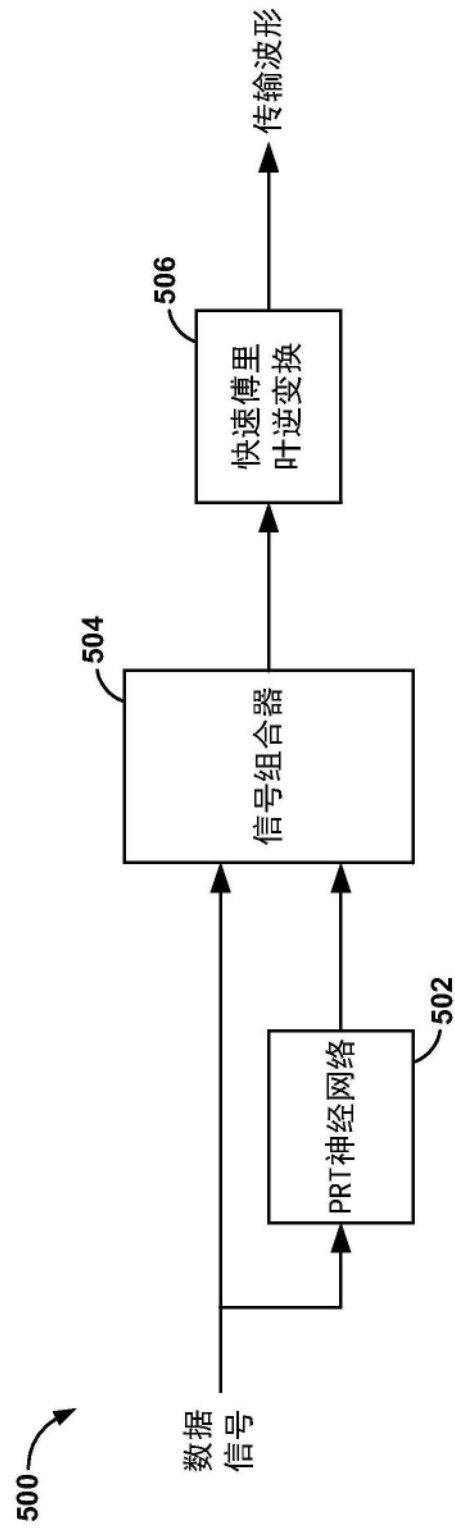


图5

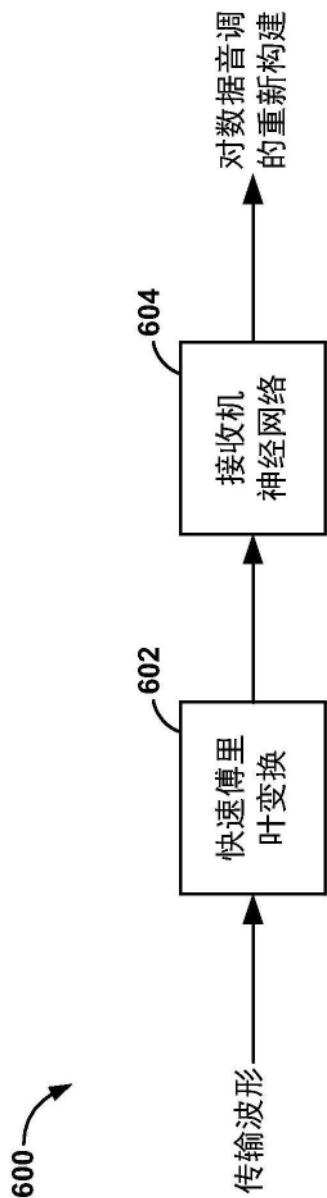


图6

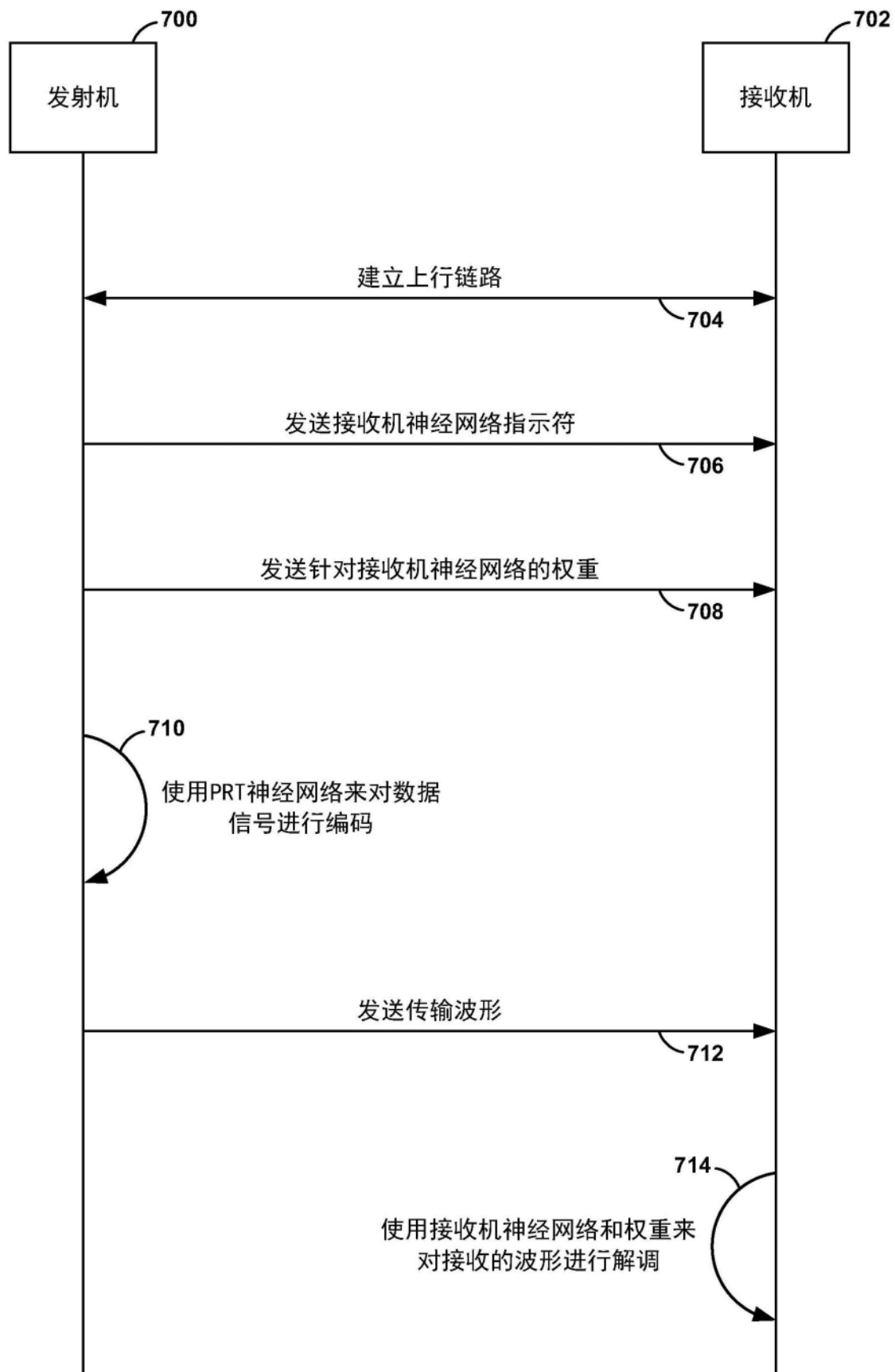


图7

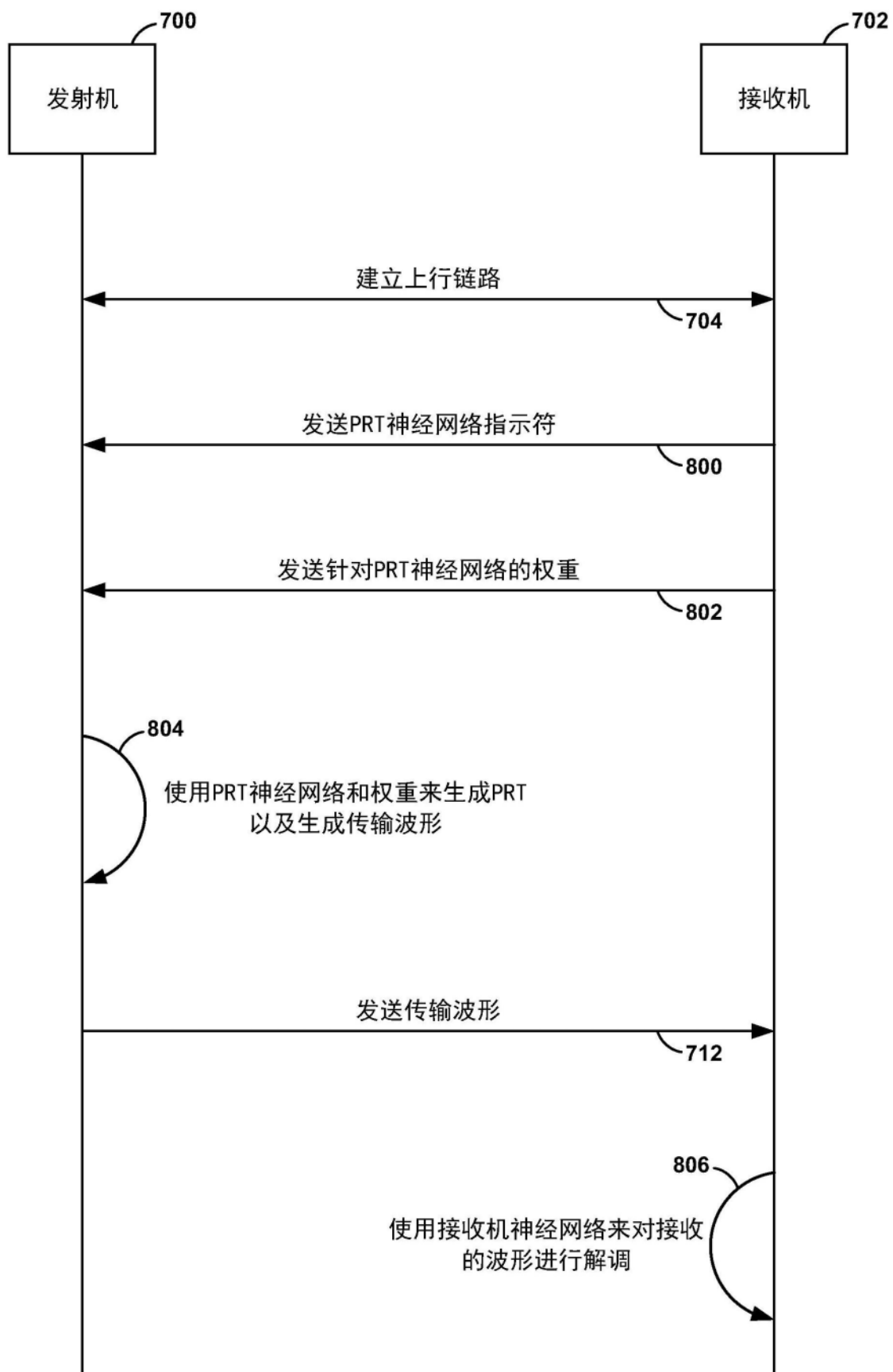


图8

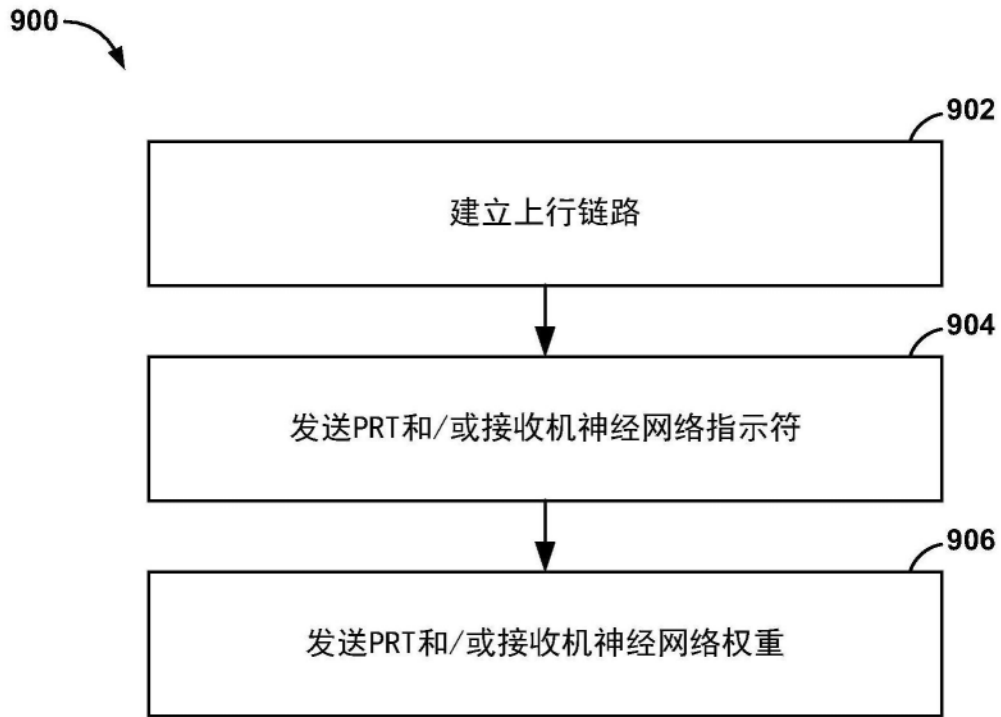


图9

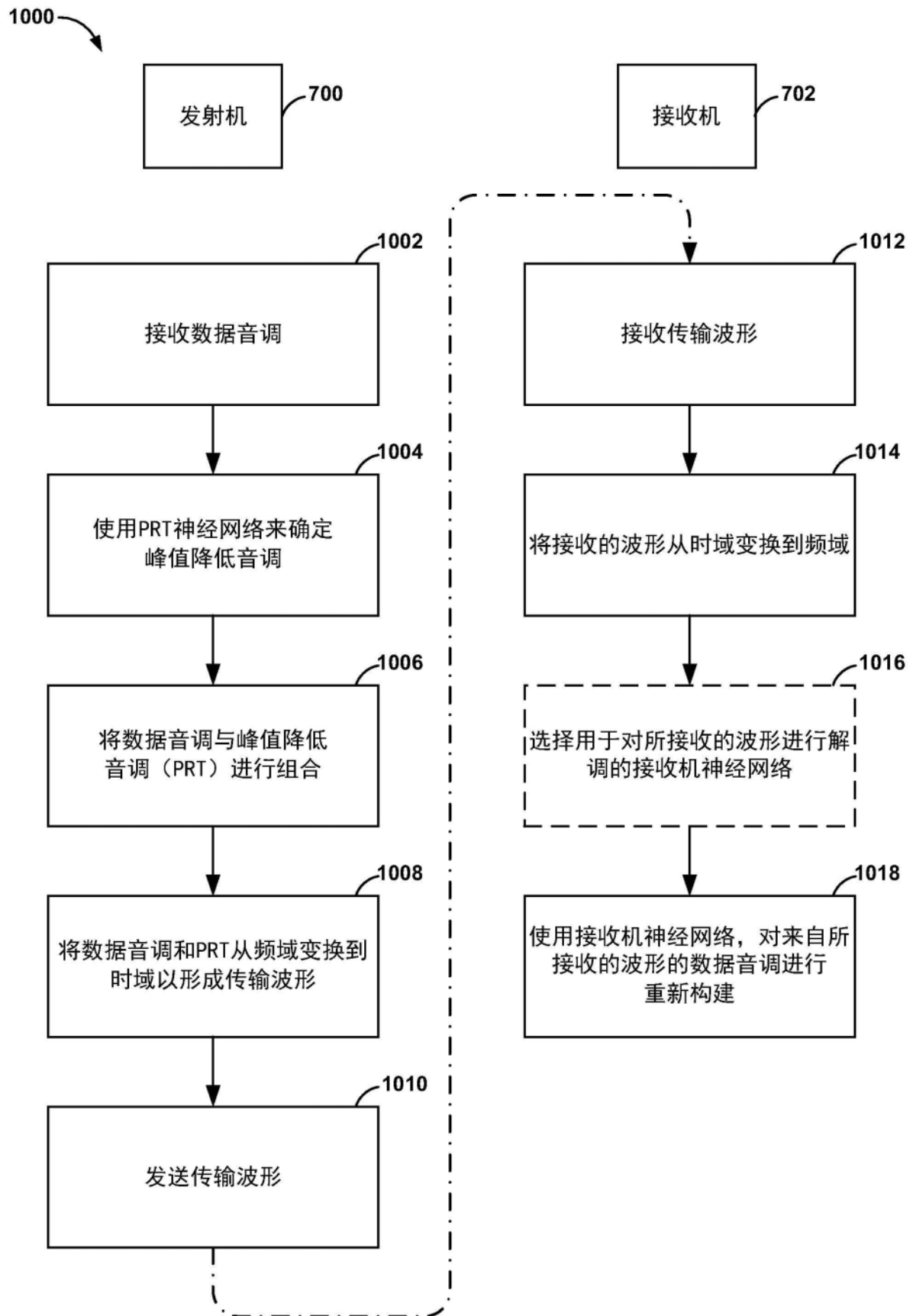


图10

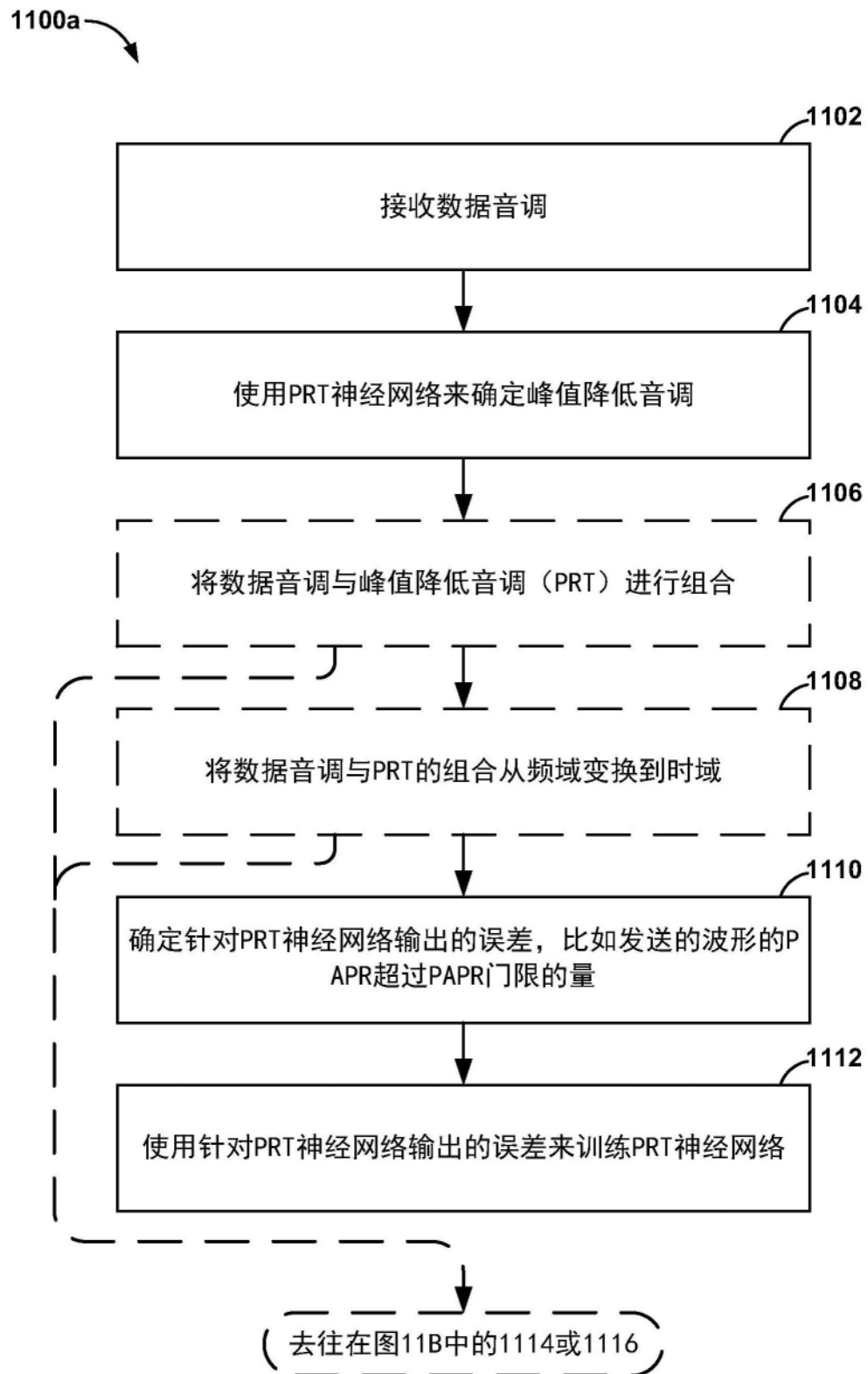


图11A

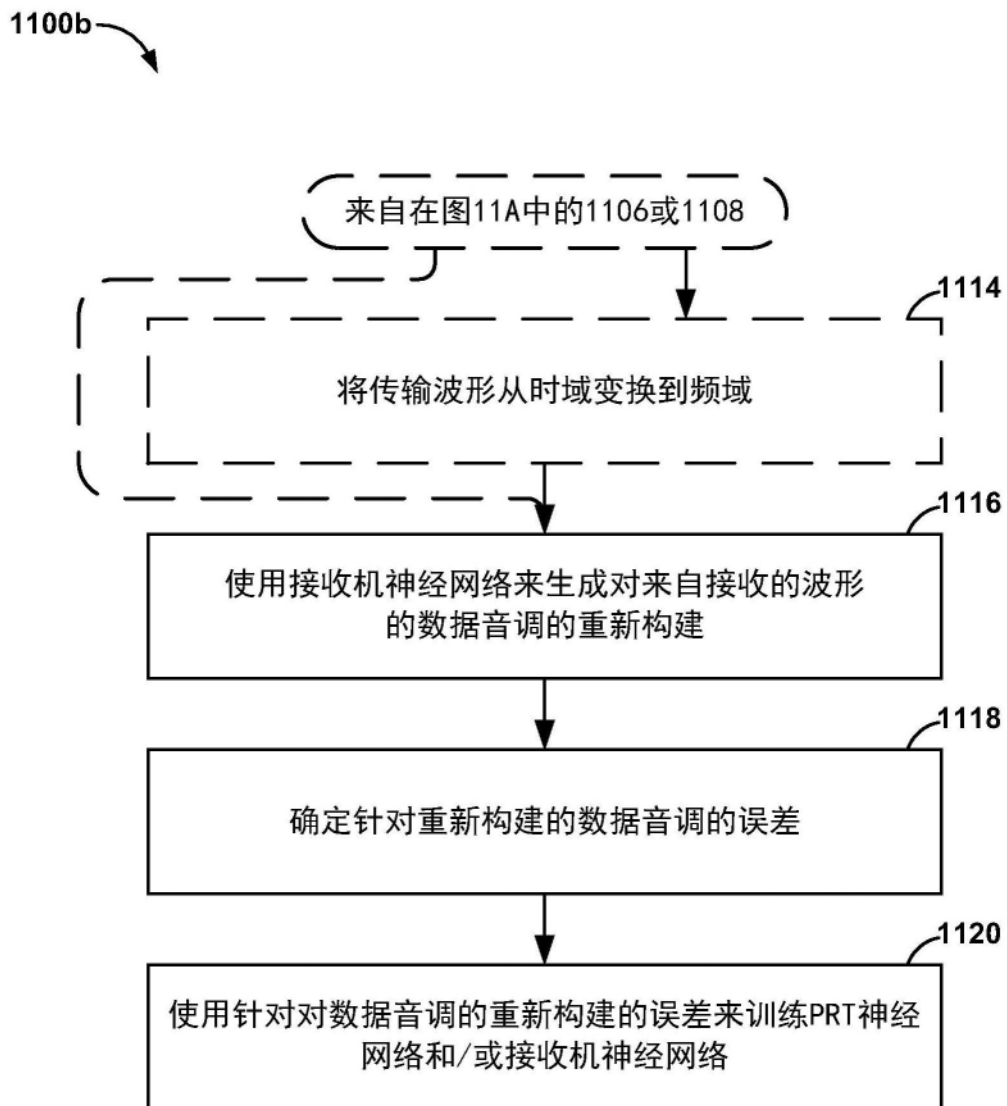


图11B

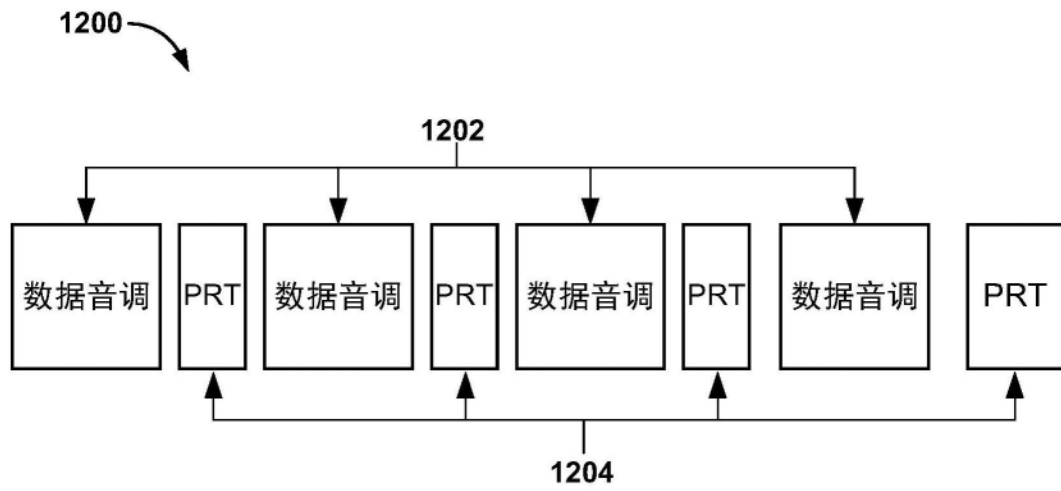


图12

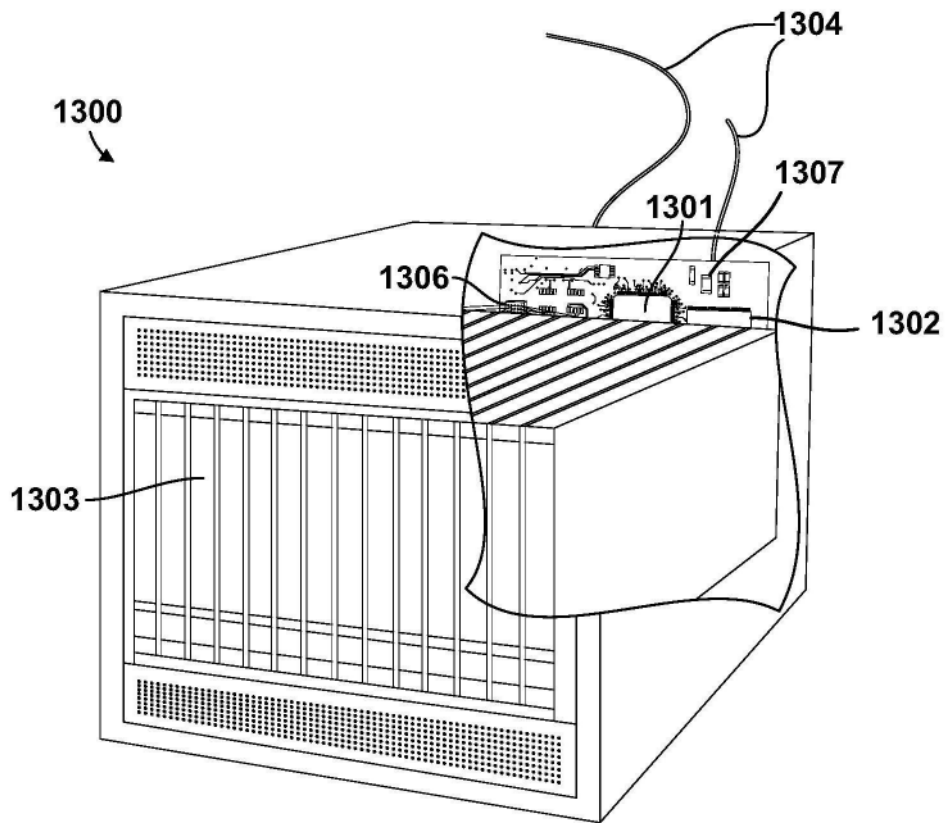


图13

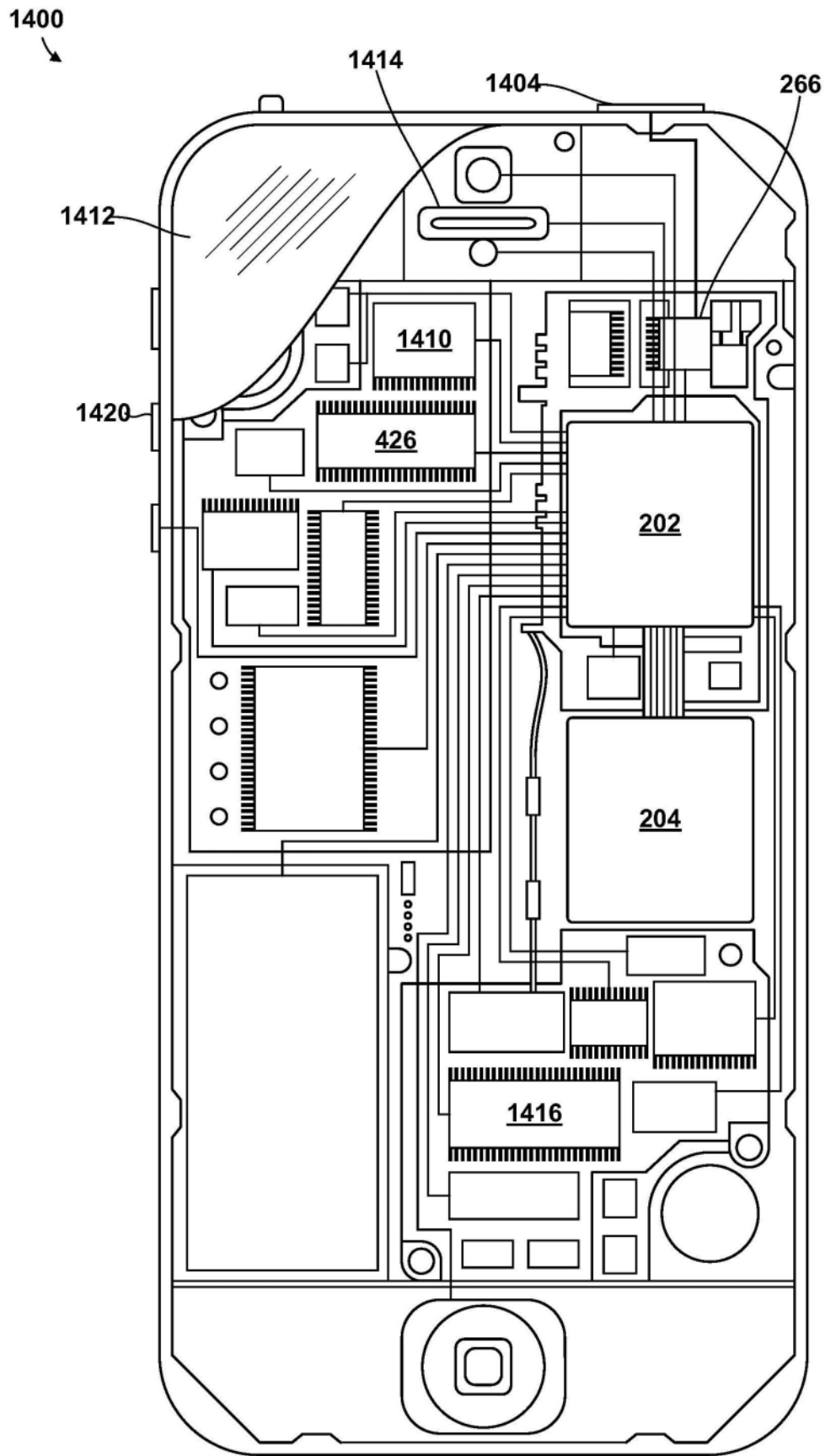


图14