



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116917902 A

(43) 申请公布日 2023. 10. 20

(21) 申请号 202280017590.1

(22) 申请日 2022.02.04

(30) 优先权数据

17/194,077 2021.03.05 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.08.28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2022/015285 2022.02.04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/186947 EN 2022.09.09

(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 P·K·维特哈拉德夫尤尼 T·俞

N·布尚 J·南宫

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 安之斐

(51) Int.Cl.

G06N 3/0464 (2023.01)

G06N 3/08 (2023.01)

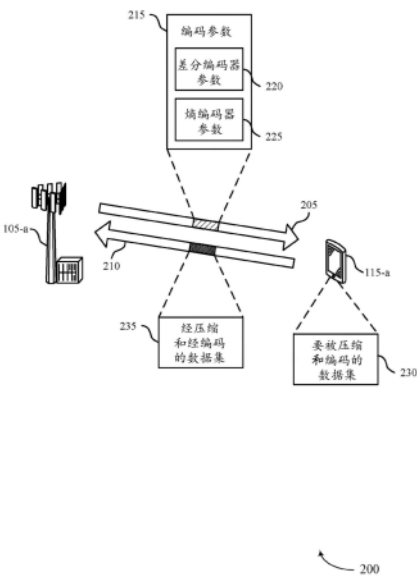
权利要求书5页 说明书37页 附图21页

(54) 发明名称

用于神经网络架构的编码技术

(57) 摘要

描述了用于无线通信的方法、系统和设备。用户设备(UE)可以接收用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者。在一些示例中,使用神经网络,UE可以首先基于附加编码操作对数据集进行编码,以生成经压缩的数据集,并且然后量化基于附加编码操作进行编码的经压缩的数据集。随后,在数据集已经被最初编码并然后被量化之后,UE可以使用一个或多个编码操作的指示来进一步编码和压缩数据集。然后,UE可以基于一个或多个编码操作将数据集发送到第二设备。



1. 一种用于在用户设备UE处进行无线通信的方法,所述方法包括:

接收用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示,所述一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者;

由神经网络对数据集进行编码以生成所述经压缩的数据集;

量化由所述神经网络编码的所述经压缩的数据集;

至少部分地基于接收到所述一个或多个编码操作的所述指示来编码经量化和经压缩的数据集;以及

在至少部分地基于所述一个或多个编码操作对所述经压缩的数据集进行编码之后,将经编码、经量化和经压缩的数据集发送到第二设备。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中接收所述一个或多个编码操作的所述指示包括:

接收对应于所述一个或多个编码操作的一个或多个参数,所述一个或多个参数中的每一个对应于所述一个或多个编码操作的相应编码操作,其中所述经量化和经压缩的数据集至少部分地基于所述一个或多个参数被编码。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中对所述经量化和经压缩的数据集进行编码包括:

在使用所述神经网络对所述数据集进行编码之后,使用所述差分编码操作对所述经量化和经压缩的数据集进行编码。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中对所述经量化和经压缩的数据集进行编码包括:

在使用所述神经网络对所述数据集进行编码之后,使用所述熵编码操作对所述经量化和经压缩的数据集进行编码。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中对所述经量化和经压缩的数据集进行编码包括:

在量化由所述神经网络编码的所述经压缩的数据集之后,确定所述经量化和经压缩的数据集中的数据在初始时间实例处的第一值与在所述初始时间实例之后的第二时间实例处的所述数据的第二值之间的差分值,其中至少部分地基于所述一个或多个编码操作的所述指示来确定所述差分值,并且至少部分地基于所述差分值来编码所述经量化和经压缩的数据集。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中对所述经量化和经压缩的数据集进行编码包括:

在量化由所述神经网络编码的所述经压缩的数据集之后,确定所述经量化和经压缩的数据集中的数据在初始时间实例处的第一重构值与在所述初始时间实例之后的第二时间实例处的所述数据的第二重构值之间的差分值,其中至少部分地基于所述一个或多个编码操作的所述指示来确定所述差分值,并且至少部分地基于所述差分值来编码所述经量化和经压缩的数据集。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中对所述经量化和经压缩的数据集进行编码包括:

在量化由所述神经网络编码的所述经压缩的数据集之后,确定在与编码所述数据集相关联的初始时间实例处的、所述经量化和经压缩的数据集中的数据的初始重构值;以及

在所述量化之后,确定在所述初始时间实例之后的附加时间实例处的所述数据的附加重构值与所述数据的所述初始重构值之间的差分值,其中至少部分地基于所述一个或多个编码操作的指示来确定所述差分值,并且至少部分地基于所述差分值来编码所述经量化和经压缩的数据集。

8. 根据权利要求1所述方法,其中所述差分编码操作包括至少部分地基于所述经压缩

的数据集的一定量的数据的先前值对所述一定量的数据进行编码。

9. 根据权利要求1所述的方法, 其中所述熵解码操作包括使用一个或多个符号对所述经压缩的数据集进行编码, 所述一个或多个符号具有至少部分地基于符号出现的概率而变化的长度。

10. 一种用于在设备处进行无线通信的方法, 所述方法包括:

向用户设备UE发送所述UE用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示, 所述一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者;

从所述UE接收经压缩的数据集已经在量化操作之后至少部分地基于所述一个或多个编码操作被编码之后的经编码、经量化和经压缩的数据集;

至少部分地基于所述一个或多个编码操作, 对所述经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码, 以生成经压缩的数据集; 以及

通过神经网络至少部分地基于对所述经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码, 来解码所述经压缩的数据集来生成数据集。

11. 根据权利要求10所述的方法, 其中发送所述一个或多个编码操作的所述指示包括:

发送对应于所述一个或多个编码操作的一个或多个参数, 所述一个或多个参数中的每一个对应于所述一个或多个编码操作的相应编码操作, 其中所述经量化和经压缩的数据集至少部分地基于所述一个或多个参数被编码。

12. 根据权利要求10所述的方法, 其中对所述经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码包括:

在使用所述神经网络对所述数据集进行解码之前, 使用差分解码操作对所述经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码。

13. 根据权利要求10所述的方法, 其中对所述经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码包括:

在使用所述神经网络对所述数据集进行解码之前, 使用熵解码操作对所述经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码。

14. 根据权利要求10所述的方法, 其中接收所述经编码、经量化和经压缩的数据集包括:

接收所述经编码、经量化和经压缩的数据集, 所述经编码、经量化和经压缩的数据集包括所述数据集中的数据的至少部分地基于所述数据的初始值的差分值。

15. 根据权利要求10所述的方法, 其中接收所述经编码、经量化和经压缩的数据集包括:

接收所述经编码、经量化和经压缩的数据集, 所述经编码、经量化和经压缩的数据集包括所述数据集中的数据的至少部分地基于所述数据的先前重构值的差分值。

16. 根据权利要求10所述的方法, 其中接收所述经编码、经量化和经压缩的数据集包括:

接收所述经编码、经量化和经压缩的数据集, 所述经编码、经量化和经压缩的数据集包括所述数据集中的数据的至少部分地基于所述数据的初始重构值的差分值。

17. 一种用于在用户设备UE处进行无线通信的装置, 所述装置包括:

处理器;

与所述处理器耦合的存储器;以及

存储在所述存储器中并可由所述处理器运行以使得所述装置执行以下操作的指令:

接收用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示,所述一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者;

由神经网络对数据集进行编码以生成所述经压缩的数据集;

量化由所述神经网络编码的所述经压缩的数据集;

至少部分地基于接收到所述一个或多个编码操作的所述指示来编码经量化和经压缩的数据集;以及

在至少部分地基于所述一个或多个编码操作对所述经压缩的数据集进行编码之后,将经编码、经量化和经压缩的数据集发送到第二设备。

18. 根据权利要求17所述的装置,其中接收所述一个或多个编码操作的所述指示的所述指令可由所述处理器运行以使得所述装置:

接收对应于所述一个或多个编码操作的一个或多个参数,所述一个或多个参数中的每一个对应于所述一个或多个编码操作的相应编码操作,其中所述经量化和经压缩的数据集至少部分地基于所述一个或多个参数被编码。

19. 根据权利要求17所述的装置,其中用于编码所述经量化和经压缩的数据集的所述指令可由所述处理器运行,以使得所述装置:

在使用所述神经网络对所述数据集进行编码之后,使用所述差分编码操作对所述经量化和经压缩的数据集进行编码。

20. 根据权利要求17所述的装置,其中用于编码所述经量化和经压缩的数据集的所述指令可由所述处理器运行,以使得所述装置:

在使用所述神经网络对所述数据集进行编码之后,使用所述熵编码操作对所述经量化和经压缩的数据集进行编码。

21. 根据权利要求17所述的装置,其中用于编码所述经量化和经压缩的数据集的所述指令可由所述处理器运行,以使得所述装置:

在量化由所述神经网络编码的所述经压缩的数据集之后,确定所述经量化和经压缩的数据集中的数据在初始时间实例处的第一值与在所述初始时间实例之后的第二时间实例处的所述数据的第二值之间的差分值,其中至少部分地基于所述一个或多个编码操作的所述指示来确定所述差分值,并且至少部分地基于所述差分值来编码所述经量化和经压缩的数据集。

22. 根据权利要求17所述的装置,其中用于编码所述经量化和经压缩的数据集的所述指令可由所述处理器运行,以使得所述装置:

在量化由所述神经网络编码的所述经压缩的数据集之后,确定所述经量化和经压缩的数据集中的数据在初始时间实例处的第一重构值与在所述初始时间实例之后的第二时间实例处的所述数据的第二重构值之间的差分值,其中至少部分地基于所述一个或多个编码操作的所述指示来确定所述差分值,并且至少部分地基于所述差分值来编码所述经量化和经压缩的数据集。

23. 根据权利要求17所述的装置,其中用于编码所述经量化和经压缩的数据集的所述指令可由所述处理器运行,以使得所述装置:

在量化由所述神经网络编码的所述经压缩的数据集之后,确定所述经量化和经压缩的数据集中的数据在与编码所述数据集相关联的初始时间实例处的初始重构值;以及

在所述量化之后,确定在所述初始时间实例之后的附加时间实例处的所述数据的附加重构值与所述数据的所述初始重构值之间的差分值,其中至少部分地基于所述一个或多个编码操作的指示来确定所述差分值,并且至少部分地基于所述差分值来编码所述经量化和经压缩的数据集。

24. 一种用于在设备处进行无线通信的装置,所述装置包括:

处理器;

与所述处理器耦合的存储器;以及

存储在所述存储器中并可由所述处理器运行以使得所述装置执行以下操作的指令:

向用户设备UE发送所述UE用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示,所述一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者;

从所述UE接收经压缩的数据集已经在量化操作之后至少部分地基于所述一个或多个编码操作被编码之后的经编码、经量化和经压缩的数据集;

至少部分地基于所述一个或多个编码操作,对所述经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码,以生成经压缩的数据集;以及

通过神经网络至少部分地基于对所述经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码,来解码所述经压缩的数据集来生成数据集。

25. 根据权利要求24所述的装置,其中发送所述一个或多个编码操作的所述指示的所述指令可由所述处理器运行以使得所述装置:

发送对应于所述一个或多个编码操作的一个或多个参数,所述一个或多个参数中的每一个对应于所述一个或多个编码操作的相应编码操作,其中所述经量化和经压缩的数据集至少部分地基于所述一个或多个参数被编码。

26. 根据权利要求24所述的装置,其中用于对所述经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码的所述指令可由所述处理器运行,以使得所述装置:

在使用所述神经网络对所述数据集进行解码之前,使用差分解码操作对所述经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码。

27. 根据权利要求24所述的装置,其中用于对所述经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码的所述指令可由所述处理器运行,以使得所述装置:

在使用所述神经网络对所述数据集进行解码之前,使用熵解码操作对所述经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码。

28. 根据权利要求24所述的装置,其中用于接收所述经编码、经量化和经压缩的数据集的所述指令可由所述处理器运行,以使得所述装置:

接收所述经编码、经量化和经压缩的数据集,所述经编码、经量化和经压缩的数据集包括所述数据集中的数据的至少部分地基于所述数据的初始值的差分值。

29. 根据权利要求24所述的装置,其中用于接收所述经编码、经量化和经压缩的数据集的所述指令可由所述处理器运行,以使得所述装置:

接收所述经编码、经量化和经压缩的数据集,所述经编码、经量化和经压缩的数据集包括所述数据集中的数据的至少部分地基于所述数据的先前重构值的差分值。

30. 根据权利要求24所述的装置,其中用于接收所述经编码、经量化和经压缩的数据集的所述指令可由所述处理器运行,以使得所述装置:

接收所述经编码、经量化和经压缩的数据集,所述经编码、经量化和经压缩的数据集包括所述数据集中的数据的至少部分地基于所述数据的初始重构值的差分值。

用于神经网络架构的编码技术

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本专利申请要求Vittthaladevuni等人于2021年3月5日提交的题为“ENCODING TECHNIQUES FOR NEURAL NETWORK ARCHITECTURES (用于神经网络架构的编码技术)”的美国专利申请第17/194,077号的权益,该专利申请转让给其受让人。

技术领域

[0003] 以下涉及无线通信,包括用于神经网络架构的编码技术。

背景技术

[0004] 无线通信系统被广泛部署以提供各种类型的通信内容,诸如语音、视频、分组数据、消息、广播等等。这些系统能够通过共享可用的系统资源(例如,时间、频率和功率)来支持与多个用户的通信。这种多址系统的示例包括第四代(4G)系统,诸如长期演进(LTE)系统、高级LTE(LTE-A)系统或LTE-A Pro系统,以及可以被称为新无线(NR)系统的第五代(5G)系统。这些系统可以采用诸如码分多址(CDMA)、时分多址(TDMA)、频分多址(FDMA)、正交FDMA(OFDMA)或离散傅立叶变换扩频正交频分复用(DFT-S-OFDM)的技术。

[0005] 无线多址通信系统可以包括一个或多个基站或一个或多个网络接入节点,每个基站或网络接入节点同时支持多个通信设备的通信,这些通信设备也可以被称为用户设备(UE)。在一些无线通信系统中,UE可以执行信道状况的若干测量,作为与基站通信的一部分。在一些示例中,这些测量可以生成要发送到基站的相当大量的数据,以帮助基站进行网络管理。

发明内容

[0006] 所描述的技术涉及支持用于神经网络架构的编码技术的改进的方法、系统、设备和装置。通常,所描述的技术提供用户设备(UE)以接收用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者。在一些示例中,使用神经网络,UE可以首先基于附加编码操作(例如,单次(single shot)编码器)对数据集进行编码,以生成经压缩的数据集,并且然后量化基于附加编码操作进行编码的经压缩的数据集。随后,在数据集已经被最初编码并然后被量化之后,UE可以使用一个或多个编码操作的指示来进一步编码和压缩数据集。然后,UE可以基于使用一个或多个编码操作将数据集(例如,经编码、经量化和经压缩的数据集)发送到第二设备(例如,基站、附加UE等)以在使用神经网络和量化数据之后进一步编码信息。在一些示例中,差分编码操作可以包括基于一定量的数据的先前值(诸如初始值、初始重构值、先前重构值、来自先前时间实例的相同数据的先前值等)对经压缩的数据集的一定量的数据进行编码(例如,在附加编码操作之后)。

[0007] 描述了一种用于在UE处进行无线通信的方法。该方法可以包括:接收用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或

熵编码操作或两者；由神经网络对数据集进行编码以生成经压缩的数据集；量化由神经网络编码的经压缩的数据集；基于接收到一个或多个编码操作的指示，对经量化和经压缩的数据集进行编码；以及在基于一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后，将经编码、经量化和经压缩的数据集发送到第二设备。

[0008] 描述了一种用于UE处进行无线通信的装置。该装置可以包括处理器、与该处理器耦合的存储器以及存储在该存储器中的指令。该指令可由处理器运行以使得装置：接收用于对经压缩的数据集进行编码的一个或多个编码操作的指示，该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者；由神经网络对数据集进行编码以生成经压缩的数据集；量化由神经网络编码的经压缩的数据集；基于接收到一个或多个编码操作的指示，对经量化和经压缩的数据集进行编码；以及在基于一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后，将经编码、经量化和经压缩的数据集发送到第二设备。

[0009] 描述了用于在UE处进行无线通信的另一种装置。该装置可以包括：用于接收用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示的部件，该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者；用于由神经网络对数据集进行编码以生成经压缩的数据集的部件；用于量化由神经网络编码的经压缩的数据集的部件；用于基于接收到一个或多个编码操作的指示对经量化和经压缩的数据集进行编码的部件；以及用于在基于一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后，将经编码、经量化和经压缩的数据集发送到第二设备的部件。

[0010] 描述了一种存储用于在UE处进行无线通信的代码的非暂时性计算机可读介质。该代码可以包括可由处理器运行以执行以下操作的指令：接收用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示，该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者；由神经网络对数据集进行编码以生成经压缩的数据集；量化由神经网络编码的经压缩的数据集；基于接收到一个或多个编码操作的指示，对经量化和经压缩的数据集进行编码；以及在基于一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后，将经编码、经量化和经压缩的数据集发送到第二设备。

[0011] 在本文描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，接收一个或多个编码操作的指示可以包括用于接收对应于一个或多个编码操作的一个或多个参数的操作、特征、部件或指令，一个或多个参数中的每一个对应于一个或多个编码操作的相应编码操作，其中经量化和经压缩的数据集可以基于一个或多个参数被编码。

[0012] 在本文描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，对经量化和经压缩的数据集进行编码可以包括用于在使用神经网络对数据集进行编码之后使用差分编码操作对经量化和经压缩的数据集进行编码的操作、特征、部件或指令。

[0013] 在本文描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，对经量化和经压缩的数据集进行编码可以包括用于在使用神经网络对数据集进行编码之后使用熵编码操作对经量化和经压缩的数据集进行编码的操作、特征、部件或指令。

[0014] 在本文描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，对经量化和经压缩的数据集进行编码可以包括用于在量化由神经网络编码的经压缩的数据集之后确定经量化和经压缩的数据集中在初始时间实例处的数据的第一值和初始时间实例之后的第二时间实例处的数据的第二值之间的差分值的操作、特征、部件或指令，其中差分值可

以基于一个或多个编码操作的指示来确定,并且经量化和经压缩的数据集可以基于差分值来被编码。

[0015] 在本文描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,对经量化和经压缩的数据集进行编码可以包括用于在量化由神经网络编码的经压缩的数据集之后确定经量化和经压缩的数据集中在第一时间实例处的数据的第一重构值和在第一时间实例之后的第二时间实例处的数据的第二重构值之间的差分值的操作、特征、部件或指令,其中差分值可以基于一个或多个编码操作的指示来确定,并且经量化和经压缩的数据集可以基于差分值来被编码。

[0016] 在本文描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,对经量化和经压缩的数据集进行编码可以包括用于在量化由神经网络编码的经压缩的数据集之后,确定在经量化和经压缩的数据集中在与编码数据集相关联的初始时间实例处的数据的初始重构值以及在量化之后,确定在初始时间实例之后的附加时间实例处的数据的附加重构值和数据的初始重构值之间的差分值的操作、特征、部件或指令,其中差分值可以基于一个或多个编码操作的指示来确定,并且经量化和经压缩的数据集可以基于差分值来被编码。

[0017] 在本文描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,差分编码操作可以包括基于经压缩的数据集的一定量的数据的先前值对一定量的数据进行编码。

[0018] 在本文描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,熵编码操作可以包括使用具有基于符号出现的概率而变化的长度的一个或多个符号对经压缩的数据集进行编码。

[0019] 描述了一种用于在设备处进行无线通信的方法。该方法可以包括:向UE发送UE用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示,一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者;从UE接收已在量化操作后基于一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后的经编码、经量化和经压缩的数据集;基于一个或多个编码操作对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码,以生成经压缩的数据集;以及由神经网络基于对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码来对经压缩的数据集进行解码来生成数据集。

[0020] 描述了一种用于在设备处进行无线通信的装置。该装置可以包括处理器、与该处理器耦合的存储器以及存储在该存储器中的指令。该指令可由处理器运行以使得装置:向UE发送UE用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示,一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者;从UE接收已在量化操作后基于一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后的经编码、经量化和经压缩的数据集;基于一个或多个编码操作对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码,以生成经压缩的数据集;以及由神经网络基于对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码来对经压缩的数据集进行解码来生成数据集。

[0021] 描述了用于在设备处进行无线通信的另一种装置。该装置可以包括:用于向UE发送UE用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示的部件,一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者;用于从UE接收已在量化操作后基于一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后的经编码、经量化和经压缩的数据集的部件;用于基于一个或多个编码操作对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码,以生成经压缩的数据集的部件;以及用于由神经网络基于对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码来

对经压缩的数据集进行解码来生成数据集的部件。

[0022] 描述了一种在设备处存储用于无线通信的代码的非暂时性计算机可读介质。该代码可以包括可由处理器运行以进行以下操作的指令：向UE发送UE用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示，一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者；从UE接收已在量化操作后基于一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后的经编码、经量化和经压缩的数据集；基于一个或多个编码操作对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码，以生成经压缩的数据集；以及由神经网络基于对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码来对经压缩的数据集进行解码来生成数据集。

[0023] 在本文描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，发送一个或多个编码操作的指示可以包括用于发送对应于一个或多个编码操作的一个或多个参数的操作、特征、部件或指令，一个或多个参数中的每一个对应于一个或多个编码操作的相应编码操作，其中经量化和经压缩的数据集可以基于一个或多个参数被编码。

[0024] 在本文描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，解码经编码、经量化和经压缩的数据集可以包括用于在使用神经网络解码数据集之前使用差分解码操作解码经编码、经量化和经压缩的数据集的操作、特征、部件或指令。

[0025] 在本文描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，解码经编码、经量化和经压缩的数据集可以包括用于在使用神经网络解码数据集之前使用熵解码操作解码经编码、经量化和经压缩的数据集的操作、特征、部件或指令。

[0026] 在本文描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，接收经编码、经量化和经压缩的数据集可以包括用于接收经编码、经量化和经压缩的数据集的操作、特征、部件或指令，该经编码、经量化和经压缩的数据集包括数据集中数据的差分值，该差分值可以基于数据的初始值。

[0027] 在本文描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，接收经编码、经量化和经压缩的数据集可以包括用于接收经编码、经量化和经压缩的数据集的操作、特征、部件或指令，该经编码、经量化和经压缩的数据集包括数据集中数据的差分值，该差分值可以基于数据的先前重构值。

[0028] 在本文描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，接收经编码、经量化和经压缩的数据集可以包括用于接收经编码、经量化和经压缩的数据集的操作、特征、部件或指令，该经编码、经量化和经压缩的数据集包括数据集中数据的差分值，该差分值可以基于数据的初始重构值。

[0029] 在本文描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，差分解码操作可以包括基于经压缩的数据集的一定量的数据的先前值对一定量的数据进行编码。

[0030] 在本文描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，熵解码操作可以包括使用具有基于符号出现的概率而变化的长度的一个或多个符号对经压缩的数据集进行编码。

附图说明

[0031] 图1图示了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的无线通信系统的示例。

[0032] 图2图示了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的无线通信系统的示例。

[0033] 图3A和3B图示了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的压缩程序的示例。

[0034] 图4图示了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的压缩配置的示例。

[0035] 图5图示了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的压缩和编码配置的示例。

[0036] 图6图示了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的压缩和编码配置的示例。

[0037] 图7图示了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的处理流的示例。

[0038] 图8和9示出了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的设备的框图。

[0039] 图10示出了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的通信管理器的框图。

[0040] 图11示出了根据本公开的各方面的包括支持用于神经网络架构的编码技术的设备的系统的图。

[0041] 图12和13示出了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的设备的框图。

[0042] 图14示出了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的通信管理器的框图。

[0043] 图15示出了根据本公开的各方面的包括支持用于神经网络架构的编码技术的设备的系统的图。

[0044] 图16至20示出了图示根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的方法的流程图。

具体实施方式

[0045] 在一些无线通信系统中,用户设备(UE)可以执行信道状况的若干测量,作为与基站通信的一部分。例如,测量可以包括信道和干扰的每个天线端口测量(例如,信道状态反馈)、来自服务小区和来自邻居小区的功率测量、无线电接入技术间(RAT)测量(例如,诸如来自无线保真(WiFi)网络)、传感器测量等。这些测量可以生成要发送到基站的相当大量的数据,以帮助基站进行网络管理。例如,使用具有多个元件的天线面板的无线通信系统可以比使用单个天线或具有较少元件的较小天线面板的无线通信系统生成更多的测量信息。在一些示例中,UE可以使用神经网络压缩测量,以减小携带测量的传输的大小。除了使用神经网络的压缩技术之外,还需要应用测量数据的附加压缩技术的技术。

[0046] 描述了用于由UE压缩测量数据以用于传输的技术。UE可以测量一个或多个信道状况。然后,UE可以使用神经网络来压缩测量数据。神经网络的输出可以被量化以提供更能够被传送的数据。除了神经网络压缩之外,UE可以在向基站发送传输之前使用附加压缩层。例

如,UE可以使用差分编码、熵编码或两者来在用神经网络压缩数据之后和在向基站发送传输之前进一步压缩测量数据。差分编码可以是对两个测量之间的差异进行编码而不是对测量的绝对值进行编码的示例。例如,差分编码可以使用先前值、初始值、重构值、初始重构值或其组合来指示差分值。在一些示例中,UE可以执行差分编码、熵编码或两者,以在与神经网络处理相关联的量化步骤之后进一步压缩数据。附加地或可替代地,差分编码可以发生在压缩操作的输入阶段,其中表示测量之间的差异的比特最初被编码,然后被输入到神经网络用于处理。然后,当对来自UE的经压缩、经编码的传输进行解码时,基站可以使用差分解码、熵解码或两者。在一些示例中,基站可以发送差分编码和熵编码的指示(例如,以及每个编码的参数)以供UE使用。因此,可以协调由发送设备(例如,UE)执行的编码操作和由接收设备(例如,基站)执行的解码操作。

[0047] 本公开的各方面最初是在无线通信系统的背景下描述的。附加地,通过附加的无线通信系统、压缩程序、压缩配置、压缩和编码配置以及处理流来说明本公开的各方面。通过参考与用于神经网络架构的编码技术相关的装置图、系统图和流程图来进一步说明和描述本公开的各方面。

[0048] 图1图示了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的无线通信系统100的示例。无线通信系统100可以包括一个或多个基站105、一个或多个UE 115和核心网络130。在一些示例中,无线通信系统100可以是长期演进(LTE)网络、高级LTE(LTE-A)网络、LTE-A Pro网络或新无线电(NR)网络。在一些示例中,无线通信系统100可以支持增强型宽带通信、超可靠(例如,关键任务)通信、低时延通信、与低成本和低复杂度设备的通信或其任何组合。

[0049] 基站105可以分散在整个地理区域中以形成无线通信系统100,并且可以是不同形式或具有不同能力的设备。基站105和UE 115可以经由一个或多个通信链路125进行无线通信。每个基站105可以提供覆盖区域110,UE 115和基站105可以在覆盖区域110上建立一条或多条通信链路125。覆盖区域110可以是地理区域的示例,在该地理区域上,基站105和UE 115可以根据一种或多种无线电接入技术支持信号的通信。

[0050] UE 115可以分散在无线通信系统100的覆盖区域110中,并且每个UE 115在不同的时间可以是静止的、移动的或者两者都是。UE 115可以是不同形式或具有不同能力的设备。图1中图示了一些示例UE 115。本文描述的UE 115能够与各种类型的设备进行通信,诸如其他UE 115、基站105或网络设备(例如,核心网络节点、中继设备、集成接入和回传(IAB)节点或其他网络设备),如图1中所示。

[0051] 基站105可以与核心网络130通信,或者彼此通信,或者两者都是。例如,基站105可以通过一个或多个回传链路120(例如,经由S1、N2、N3或其他接口)与核心网130进行接口连接。基站105可以通过回传链路120(例如,经由X2、Xn或其他接口)直接地(例如,直接在基站105之间)或者间接地(例如,经由核心网络130)或者两者都有地彼此通信。在一些示例中,回传链路120可以是或包括一个或多个无线电链路。

[0052] 本文描述的一个或多个基站105可以包括或可以被本领域一般技术人员称为基站收发器站、无线电基站、接入点、无线电收发器、NodeB、eNodeB(eNB)、下一代NodeB或giga-NodeB(其中任何一个都可以被称为gNB)、家庭NodeB、家庭eNodeB或其他合适的术语。

[0053] UE 115可以包括或者可以被称为移动设备、无线设备、远程设备、手持设备或者订

户设备,或者一些其他合适的术语,其中“设备”也可以被称为单元、站、终端或者客户端等。UE 115还可以包括或者可以被称为个人电子设备,诸如蜂窝电话、个人数字助理(PDA)、平板电脑、膝上型计算机或者个人计算机。在一些示例中,UE 115可以包括或被称为无线本地环路(WLL)站、物联网(IoT)设备、万物互联(IoE)设备或机器类型通信(MTC)设备等,这些设备可以在诸如电器或车辆、仪表等各种物体中实施。

[0054] 本文描述的UE 115能够与各种类型的设备进行通信,诸如有时可以充当中继的其他UE 115以及基站105和网络设备,包括宏eNB或gNB、小小区eNB或gNB或中继基站等,如图1中所示。

[0055] UE 115和基站105可以在一个或多个载波上经由一条或多条通信链路125彼此无线地通信。术语“载波”可以指具有用于支持通信链路125的定义的物理层结构的射频频谱资源的集合。例如,用于通信链路125的载波可以包括根据给定无线电接入技术(例如,LTE、LTE-A、LTE-A Pro、NR)的一个或多个物理层信道操作的无线电频谱频带的一部分(例如,带宽部分(BWP))。每个物理层信道可以携带采集信令(例如,同步信号、系统信息)、协调载波操作的控制信令、用户数据或其他信令。无线通信系统100可以使用载波聚合或多载波操作来支持与UE 115的通信。根据载波聚合配置,UE 115可以配置有多个下行链路分量载波和一个或多个上行链路分量载波。载波聚合可以与频分双工(FDD)和时分双工(TDD)分量载波两者一起使用。

[0056] 在一些示例中(例如,在载波聚合配置中),载波还可以具有协调其他载波操作的采集信令或控制信令。载波可以与频率信道(例如,演进通用移动通信系统陆地无线电接入(E-UTRA)绝对无线电频率信道号(EARFCN))相关联,并且可以根据信道栅格来定位,以供UE 115发现。载波可以在独立模式下操作,其中初始采集和连接可以由UE 115经由载波来执行,或者载波可以在非独立模式下操作,其中连接是使用不同载波(例如,相同或不同的无线电接入技术的载波)来锚定的。

[0057] 无线通信系统100中所示的通信链路125可以包括从UE 115到基站105的上行链路传输,或者从基站105到UE 115的下行链路传输。载波可以承载下行链路或上行链路通信(例如,在FDD模式中),或者可以被配置为承载下行链路和上行链路通信(例如,在TDD模式中)。

[0058] 载波可以与无线电频谱的具体带宽相关联,并且在一些示例中,载波带宽可以被称为载波或无线通信系统100的“系统带宽”。例如,载波带宽可以是具体无线电接入技术的载波确定的一定数量的带宽之一(例如,1.4、3、5、10、15、20、40或80兆赫(MHz))。无线通信系统100的设备(例如,基站105、UE 115或两者)可以具有支持具体载波带宽上的通信的硬件配置,或者可以被配置为支持载波带宽的集合中的一个载波带宽上的通信。在一些示例中,无线通信系统100可以包括基站105或UE 115,其支持经由与多个载波带宽相关联的载波的同时通信。在一些示例中,每个被服务的UE 115可以被配置为在载波带宽的部分(例如,子带、BWP)或全部上操作。

[0059] 在载波上发送的信号波形可以由多个子载波组成(例如,使用多载波调制(MCM)技术,诸如正交频分复用(OFDM)或离散傅立叶变换扩展OFDM(DFT-S-OFDM))。在采用MCM技术的系统中,资源元素可以由一个符号周期(例如,一个调制符号的持续时间)和一个子载波组成,其中符号周期和子载波间隔反向相关。每个资源元素携带的比特的数量可以取决于

调制方案(例如,调制方案的阶数、调制方案的编码率或两者)。因此,UE 115接收的资源元素越多以及调制方案的阶数越高,UE 115的数据速率就可以越高。无线通信资源可以指无线电频谱资源、时间资源和空域资源(例如,空域层或波束)的组合,并且多个空域层的使用可以进一步提高与UE 115通信的数据速率或数据完整性。

[0060] 可以支持载波的一个或多个参数集,其中参数集可以包括子载波间隔(Δf)和循环前缀。载波可以被划分为一个或多个具有相同或不同参数集的BWP。在一些示例中,UE 115可以配置有多个BWP。在一些示例中,载波的单个BWP可以在给定时间是活动的,并且UE 115的通信可以限于一个或多个活动的BWP。

[0061] 基站105或UE 115的时间间隔可以用基本时间单元的倍数来表示,例如,基本时间单元可以是指采样周期 $T_s = 1/(\Delta f_{\max} \cdot N_f)$ 秒,其中 $\Delta f_{\max}$ 可以表示最大支持的子载波间隔,并且 N_f 可以表示最大支持的离散傅立叶变换(DFT)大小。可以根据无线电帧来组织通信资源的时间间隔,每个无线电帧具有指定的持续时间(例如,10毫秒(ms))。每个无线电帧可以由系统帧号(SFN)来标识(例如,范围从0到1023)。

[0062] 每个帧可以包括多个连续编号的子帧或时隙,并且每个子帧或时隙可以具有相同的持续时间。在一些示例中,帧可以被划分(例如,在时域中)为子帧,并且每个子帧可以被进一步划分为一定数量的时隙。可替代地,每个帧可以包括可变数量的时隙,并且时隙的数量可以取决于子载波间隔。每个时隙可以包括一定数量的符号周期(例如,取决于预加到每个符号周期的循环前缀的长度)。在一些无线通信系统100中,可以将时隙进一步划分为包含一个或多个符号的多个微时隙。除了循环前缀,每个符号周期可以包含一个或多个(例如, N_f)采样周期。符号周期的持续时间可以取决于子载波间隔或工作频带。

[0063] 子帧、时隙、微时隙或符号可以是无线通信系统100的最小调度单元(例如,在时域中),并且可以被称为传输时间间隔(TTI)。在一些示例中,TTI持续时间(例如,TTI中的符号周期的数量)可以是可变的。附加地或可替代地,可以动态地选择无线通信系统100的最小调度单元(例如,在缩短的TTI(STTI)的突发中)。

[0064] 可以根据各种技术在载波上复用物理信道。例如,可以使用时分复用(TDM)技术、频分复用(FDM)技术或混合TDM-FDM技术中的一种或多种,在下行链路载波上复用物理控制信道和物理数据信道。物理控制信道的控制区域(例如,控制资源集(CORESET))可以由一定数量的符号周期来定义,并且可以跨越载波的系统带宽或系统带宽的子集来扩展。可以为UE 115的集合配置一个或多个控制区域(例如,CORESET)。例如,一个或多个UE 115可以根据一个或多个搜索空间集来监视或搜索控制区域中的控制信息,并且每个搜索空间集可以包括以级联方式布置的一个或多个聚合级别的一个或多个控制信道候选。控制信道候选的聚合级别可以指与具有给定有效载荷大小的控制信息格式的编码的信息相关联的控制信道资源(例如,控制信道元素(CCE))的数量。搜索空间集可以包括被配置用于向多个UE 115发送控制信息的公共搜索空间集,以及用于向特定UE 115发送控制信息的UE特定搜索空间集。

[0065] 每个基站105可以经由一个或多个小区提供通信覆盖,例如宏小区、小小区、热点或其他类型的小区,或者它们的任何组合。术语“小区”可以指用于与基站105通信(例如,通过载波)的逻辑通信实体,并且可以与用于区分相邻小区的标识符(例如,物理小区标识符(PCID)、虚拟小区标识符(VCID)等)相关联。在一些示例中,小区也可以指逻辑通信实体在

其上操作的地理覆盖区域110或地理覆盖区域110的一部分(例如,扇区)。取决于各种因素,诸如基站105的能力,这些小区的范围可以从较小的区域(例如,建筑物、建筑物的子集)到较大的区域。例如,小区可以是或可以包括建筑物、建筑物的子集、或地理覆盖区域110之间或与其重叠的外部空间等等。

[0066] 宏小区通常覆盖相对较大的地理区域(例如,半径几公里),并且可以允许具有支持宏小区的网络提供商的服务订购的UE 115的不受限制的接入。与宏小区相比,小小区可以与功率较低的基站105相关联,并且小小区可以在与宏小区相同或不同(例如,授权、非授权)的频带中工作。小小区可以向具有网络提供商的服务订购的UE 115提供不受限制的接入,或者可以向与该小小区相关联的UE 115提供受限制的接入(例如,封闭订户群组(CSG)中的UE 115,与家庭或办公室中的用户相关联的UE 115)。基站105可以支持一个或多个小区,并且还可以使用一个或多个分量载波来支持一个或多个小区上的通信。

[0067] 在一些示例中,载波可以支持多个小区,并且可以根据可以为不同类型的设备提供接入的不同协议类型(例如,MTC、窄带IoT(NB-IoT)、增强型移动宽带(eMBB))来配置不同的小区。

[0068] 在一些示例中,基站105可以是可移动的,因此为移动的地理覆盖区域110提供通信覆盖。在一些示例中,与不同技术相关联的不同地理覆盖区域110可以重叠,但是不同地理覆盖区域110可以由相同的基站105支持。在其他示例中,与不同技术相关联的重叠地理覆盖区域110可以由不同的基站105支持。无线通信系统100可以包括例如异构网络,其中不同类型的基站105使用相同或不同的无线电接入技术为各种地理覆盖区域110提供覆盖。

[0069] 无线通信系统100可以支持同步或异步操作。对于同步操作,基站105可以具有类似的帧计时,并且来自不同基站105的传输可以在时间上大致对齐。对于异步操作,基站105可以具有不同的帧计时,并且在一些示例中,来自不同基站105的传输可以在时间上不对齐。本文描述的技术可以用于同步或异步操作。

[0070] 一些UE 115,诸如MTC或IoT设备,可以是低成本或低复杂度的设备,并且可以提供机器之间的自动化通信(例如,经由机器对机器(M2M)通信)。M2M通信或MTC可以指允许设备在没有人工干预的情况下彼此通信或与基站105通信的数据通信技术。在一些示例中,M2M通信或MTC可以包括来自集成了传感器或仪表的设备的通信,以测量或捕获信息并将这样的信息中继到中心服务器或应用程序,中心服务器或应用程序利用该信息或将该信息呈现给与应用程序交互的人。一些UE 115可以被设计成收集信息或使能机器或其他设备的自动化行为。MTC设备的应用的示例包括智能计量、库存监控、水位监控、设备监控、医疗保健监控、野生动物监控、天气和地质事件监控、车队管理和跟踪、远程安全传感、物理访问控制和基于交易的业务收费。

[0071] 一些UE 115可以被配置为采用减少功耗的操作模式,诸如半双工通信(例如,支持经由发送或接收的单向通信,但不同时支持发送和接收的模式)。在一些示例中,半双工通信可以以降低的峰值速率来执行。用于UE 115的其他功率节约技术包括当不参与主动通信时进入功率节省深度睡眠模式,在有限带宽上操作(例如,根据窄带通信),或者这些技术的组合。例如,一些UE 115可以被配置为使用与载波内、载波的保护频带内或载波外的定义的部分或范围(例如,子载波或资源块(RB)的集合)相关联的窄带协议类型来操作。

[0072] 无线通信系统100可以被配置为支持超可靠通信或低时延通信或其各种组合。例

如,无线通信系统100可以被配置为支持超可靠低时延通信 (URLLC) 或关键任务通信。UE 115可以被设计为支持超可靠、低延迟或关键功能 (例如,关键任务功能)。超可靠通信可以包括私人通信或群组通信,并且可以由一个或多个关键任务服务支持,诸如关键任务一键通 (MCPTT)、关键任务视频 (MCVideo) 或关键任务数据 (MCData)。对关键任务功能的支持可以包括服务的优先级,并且关键任务服务可以用于公共安全或一般商业应用。术语超可靠、低时延、关键任务和超可靠低时延在本文可以互换使用。

[0073] 在一些示例中,UE 115还能够通过设备到设备 (D2D) 通信链路135 (例如,使用对等 (P2P) 或D2D协议) 与其他UE 115直接通信。利用D2D通信的一个或多个UE 115可以在基站105的地理覆盖区域110内。该群组中的其他UE 115可以在基站105的地理覆盖区域110之外,或者因为其他原因不能接收来自基站105的传输。在一些示例中,经由D2D通信进行通信的UE 115的群组可以利用一对多 (1:M) 系统,其中每个UE 115向该组中的每一其他UE 115进行发送。在一些示例中,基站105有助于D2D通信的资源调度。在其他情况下,在UE 115之间执行D2D通信,而不涉及基站105。

[0074] 在一些系统中,D2D通信链路135可以是车辆 (例如,UE 115) 之间的通信信道 (诸如侧行链路通信信道) 的示例。在一些示例中,车辆可以使用车辆到万物 (V2X) 通信、车辆到车辆 (V2V) 通信或这些通信的一些组合进行通信。车辆可以信令通知与交通状况、信号调度、天气、安全、紧急情况相关的信息,或者与V2X系统相关的任何其他信息。在一些示例中,V2X系统中的车辆可以与诸如路侧单元的路侧基础设施通信,或者使用车辆到网络 (V2N) 通信经由一个或多个网络节点 (例如基站105) 与网络通信,或者与两者都有。

[0075] 核心网络130可以提供用户认证、接入授权、跟踪、互联网协议 (IP) 连接性以及其其他接入、路由或移动性功能。核心网络130可以是演进分组核心 (EPC) 或5G核心 (5GC),其可以包括管理接入和移动性的至少一个控制平面实体 (例如,移动性管理实体 (MME)、接入和移动性管理功能 (AMF)), 以及将分组或互连路由到外部网络的至少一个用户平面实体 (例如,服务网关 (S-GW)、分组数据网络 (PDN) 网关 (P-GW) 或用户平面功能 (UPF))。控制平面实体可以管理由与核心网络130相关联的基站105服务的UE 115的非接入层 (NAS) 功能,诸如移动性、认证和承载管理。用户IP分组可以通过用户平面实体转移,用户平面实体可以提供IP地址分配以及其他功能。用户平面实体可以连接到一个或多个网络运营商的IP服务150。IP服务150可以包括对互联网、(一个或多个) 内联网、IP多媒体子系统 (IMS) 或分组交换流传输服务的访问。

[0076] 诸如基站105的一些网络设备可以包括诸如接入网络实体140的子组件,其可以是接入节点控制器 (ANC) 的示例。每个接入网络实体140可以通过一个或多个其他接入网络传输实体145与UE 115通信,该接入网络传输实体145可以被称为无线电头、智能无线电头或发送/接收点 (TRP)。每个接入网络传输实体145可以包括一个或多个天线面板。在一些配置中,每个接入网络实体140或基站105的各种功能可以分布在各种网络设备 (例如,无线电头和ANC) 上,或者合并到单个网络设备 (例如,基站105) 中。

[0077] 无线通信系统100可以使用一个或多个频带工作,通常在300兆赫 (MHz) 到300千兆赫 (GHz) 的范围内。通常,从300MHz到3GHz的区域被称为特高频 (UHF) 区域或分米频段,因为波长范围从大约1分米到1米长。UHF波可能被建筑物和环境特征阻挡或改变方向,但是这些波可以充分穿透建筑物用于宏小区向位于室内的UE 115提供服务。与使用低于300MHz的频

谱的高频(HF)或甚高频(VHF)部分的较小频率和较长波的传输相比,UHF波的传输可以与较小的天线和较短的范围(例如,小于100千米)相关联。

[0078] 无线通信系统100还可以在使用从3GHz到30GHz的频带的超高频(SHF)区域中工作,也称为厘米波段,或者在极高频(EHF)的频谱区域(例如,从30GHz到300GHz)中工作,也称为毫米波段。在一些示例中,无线通信系统100可以支持UE 115和基站105之间的毫米波(mmW)通信,并且相应设备的EHF天线可以比UHF天线更小并且间隔更近。在一些示例中,这可以促进设备内天线阵列的使用。然而,与SHF或UHF传输相比,EHF传输的传播可能受到更大的大气衰减和更短的范围。本文公开的技术可以跨越使用一个或多个不同频率区域的传输采用,并且跨越这些频率区域的频带的指定使用可以因国家或监管机构而异。

[0079] 无线通信系统100可以利用授权和非授权的无线电频谱频带。例如,无线通信系统100可以在诸如5GHz工业、科学和医疗(ISM)频带的非授权频带中采用授权辅助接入(LAA)、LTE-非授权(LTE-U)无线电接入技术或NR技术。当在非授权无线电频带中工作时,诸如基站105和UE 115的设备可以采用载波感知来进行冲突检测和避免。在一些示例中,在非授权频带中的操作可以基于结合在授权频带中工作的分量载波的载波聚合配置(例如,LAA)。在非授权频谱中的操作可以包括下行链路传输、上行链路传输、P2P传输或D2D传输等。

[0080] 基站105或UE 115可以配备有多个天线,这些天线可以用于采用诸如发送分集、接收分集、多输入多输出(MIMO)通信或波束成形的技术。基站105或UE 115的天线可以位于一个或多个天线阵列或天线面板内,其可以支持MIMO操作或发送或接收波束成形。例如,一个或多个基站天线或天线阵列可以并置于天线装配件(诸如天线塔)处。在一些示例中,与基站105相关联的天线或天线阵列可以位于不同的地理位置。基站105可以具有天线阵列,天线阵列具有一定数量的行和列的天线端口,基站105可以使用这些天线端口来支持与UE 115的通信的波束成形。同样,UE 115可以具有一个或多个天线阵列,这些天线阵列可以支持各种MIMO或波束成形操作。附加地或可替代地,天线面板可以支持经由天线端口发送的信号的天线波束成形。

[0081] 基站105或UE 115可以使用MIMO通信来利用多径信号传播,并通过经由不同的空域层发送或接收多个信号来提高频谱效率。这种技术可以被称为空域复用。例如,多个信号可以由发送设备经由不同的天线或不同的天线组合来发送。同样,接收设备可以经由不同的天线或不同的天线组合来接收多个信号。多个信号中的每一个可以被称为单独的空域流,并且可以携带与相同的数据流(例如,相同的码字)或者不同的数据流(例如,不同的码字)相关联的比特。不同的空域层可以与用于信道测量和报告的不同天线端口相关联。MIMO技术包括单用户MIMO(SU-MIMO)和多用户MIMO(MU-MIMO),在单用户MIMO中,多个空域层被发送到同一接收设备,在多用户MIMO中,多个空域层被发送到多个设备。

[0082] 波束成形(也可被称为空域滤波、定向发送或定向接收)是可以在发送设备或接收设备(例如,基站105、UE 115)处使用以沿着发送设备和接收设备之间的空域路径对天线波束(例如,发送波束、接收波束)进行整形或操纵的信号处理技术。波束成形可以通过组合经由天线阵列的天线元件传送的信号使得在相对于天线阵列的特定方向上传播的一些信号经历相长干涉而其他信号经历相消干涉来实现。对经由天线元件传送的信号的调整可以包括发送设备或接收设备对经由与该设备相关联的天线元件承载的信号施加幅度偏移、相位偏移或两者。与每个天线元件相关联的调整可以由与特定方向(例如,相对于发送设备或接

收设备的天线阵列,或者相对于某个其他方向)相关联的波束成形权重集来定义。

[0083] 基站105或UE 115可以使用波束扫描技术作为波束成形操作的一部分。例如,基站105可以使用多个天线或天线阵列(例如,天线面板)来执行波束成形操作,用于与UE 115的定向通信。一些信号(例如,同步信号、参考信号、波束选择信号或其他控制信号)可以由基站105在不同方向上多次发送。例如,基站105可以根据与不同传输方向相关联的不同波束成形权重集发送信号。不同波束方向上的传输可以用于(例如,由诸如基站105的发送设备,或由诸如UE 115的接收设备)识别波束方向,以供基站105随后发送或接收。

[0084] 无线通信系统100可以是根据分层协议栈工作的基于分组的网络。在用户平面中,承载或分组数据汇聚协议(PDCP)层处的通信可以是基于IP的。无线电链路控制(RLC)层可以执行分组分段和重组,以在逻辑信道上进行通信。媒体接入控制(MAC)层可以执行优先级处理以及将逻辑信道复用到传输信道中。MAC层还可以使用错误检测技术、错误校正技术或两者来支持MAC层处的重传,以改进链路效率。在控制平面中,无线电资源控制(RRC)协议层可以提供UE 115和支持用户平面数据的无线电承载的基站105或核心网络130之间的RRC连接的建立、配置和维持。在物理层处,传输信道可以被映射到物理信道。

[0085] UE 115和基站105可以支持数据的重传以提高成功接收数据的可能性。混合自动重复请求(HARQ)反馈是用于提高在通信链路125上正确接收数据的可能性的一种技术。HARQ可以包括错误检测(例如,使用循环冗余校验(CRC))、前向错误校正(FEC)和重传(例如,自动重复请求(ARQ))的组合。HARQ可以在差的无线电条件(例如,低信噪比条件)下改进MAC层的吞吐量。在一些示例中,设备可以支持相同时隙的HARQ反馈,其中设备可以在特定时间隙中为在时间隙中的先前符号中接收的数据提供HARQ反馈。在其他情况下,设备可以在随后的时间隙中或者根据一些其他时间间隔来提供HARQ反馈。

[0086] 机器学习,尤其是深度机器学习,已经成为无线通信系统中促进更高效通信的流行工具。例如,除了其它益处,部署在UE 115处的机器学习模型可以使UE 115能够在没有来自基站105的附加信令的情况下做出决策或执行动作(例如,使用预测或回归或其他目标)(例如,UE 115可以基于输入或检测到的事件做出关于要执行的动作的推断)。附加地,机器学习模型可以使UE 115能够为更有效的通信(例如,使用分类或压缩或其他目标)准备传输。在机器学习模型可以部署在设备上之前,可以准备和训练机器学习模型(例如,使用数据集)。

[0087] 使用神经网络的机器学习模型可以部署在用于不同应用(例如,预测、分类、压缩、回归或其他目标)的设备(例如,UE 115)上。例如,机器学习模型可以包括一个或多个参数(例如,准备好的数据集),当由设备识别时,该参数启用或支持设备处的对应应用。为了构建和进一步训练机器学习模型,网络设备可以收集不同的数据集,以识别数据集对不同应用的含义或影响。也就是说,可以使用神经网络在一个或多个数据集上训练机器学习模型,并且当真实世界数据被输入到机器学习模型时,机器学习模型可以基于数据集生成输出。

[0088] 附加地,UE 115可以执行信道状况的若干测量,作为与基站105通信的一部分。例如,测量可以包括信道和干扰的每个天线端口的测量(例如,信道状态反馈)、来自服务小区和邻居小区的功率测量、RAT间测量(例如,诸如来自WiFi网络)、传感器测量等。这些测量可以生成要发送到基站105的相当大量的数据,以帮助基站105进行网络管理。在一些情况下,UE 115可以采用机器学习模型或神经网络来压缩要传输的相当大量的数据。

[0089] 在一些示例中,由UE 115(例如,在5G网络中)测量的量可以依赖于多个参数。例如,可以影响测量的多个参数可以包括UE 115处的天线设计和放置测量以及它们的时变阻塞、环境参数(例如,UE 115和/或基站105附近的反射器的位置、阴影、存在和移动等,其中反射器的放置还可以引发抽头间相关,诸如宽路径的分辨率/波束被划分为许多多个路径)、小区上的负载(例如,造成移交)、所讨论的UE 115的移动(例如,其方向的改变)等。为了考虑可能影响测量的这些类型的变化参数,UE 115可以使用神经网络或可以由神经网络实施,其中神经网络学习测量量对单独参数的依赖性,通过各种层隔离那些测量量,并压缩测量,同时减少(例如,最小化)压缩损耗。例如,UE 115可以使用神经网络压缩测量,以减小携带测量的传输的大小。然而,需要进一步的技术来增强使用神经网络的测量数据的压缩技术。

[0090] 当UE 115在发送传输到基站105之前压缩传输中的数据时,无线通信系统100可以支持向压缩操作添加附加层。例如,UE 115可以测量一个或多个信道状况,然后使用神经网络来压缩测量数据。在一些示例中,UE 115可以量化神经网络的输出,以提供更能够被传送的数据。随后,在神经网络压缩之后,UE 115可以添加附加层以进一步压缩数据,其中UE 115可以在向基站发送传输之前使用差分编码、熵编码或两者来进一步压缩和编码测量数据。差分编码可以是对两个测量之间的差异进行编码而不对测量的绝对值进行编码的示例。例如,差分编码可以使用先前值、初始值、重构值、初始重构值或其组合来指示差分。当对来自UE 115的经编码、经量化和经压缩的传输进行解码时,基站105然后可以使用差分解码、熵解码或两者。在一些示例中,基站105可以发送差分编码和熵编码的指示(例如,以及每个编码的参数)以供UE 115使用。

[0091] 图2图示了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的无线通信系统200的示例。在一些示例中,无线通信系统200可以实施无线通信系统100的各方面,或者可以由无线通信系统100的各方面实施。例如,无线通信系统200可以包括基站105-a和UE 115-a,基站105-a和UE 115-a可以分别是如参考图1所描述的对应基站105和UE 115的示例。附加地,基站105-a和UE 115-a可以在载波205(例如,用于下行链路通信)和载波210(例如,用于上行链路通信)的资源上进行通信。尽管示出为单独的载波,但是载波205和载波210可以包括用于对应传输的相同或不同的资源(例如,时间和频率资源)。

[0092] 如本文所描述的,使用被压缩的量(例如,数据集集中的数据)的性质,UE 115-a可以使用神经网络对影响该量的每个特征(例如,维度)进行逐步提取和压缩。例如,UE 115-a可以识别要压缩的特征(例如,维度)。在一些示例中,UE 115-a可以在该维度中执行一种类型的操作,并且可以在其他维度上执行公共操作。例如,UE 115-a可以随后在第一维度上使用全连接,并且可以在其他维上使用卷积(例如,逐点卷积)。随后,UE 115-a然后可以执行包含附加堆叠层的提取。例如,附加堆叠层可以包括卷积层、全连接层或具有或不具有激活的其他层(例如,残差神经网络(ResNet)层)。在提取之后,UE 115-a上采用的神经网络可以压缩该特征。例如,神经网络可以使用卷积或全连接层或另一类型的层来进行该压缩。UE 115-a可以为后续特征重复该过程。在每个特征已经被提取和压缩之后,UE 115-a可以使用一个或多个附加压缩层(例如,卷积层、全连接层或另一类型的层)。使用本文描述的技术,UE 115-a然后可以执行用于最终压缩的附加编码,诸如差分编码、熵编码或两者。

[0093] 差分编码可以包括对两个测量之间的差异进行编码,而不是对测量的绝对值进行

编码。例如,可以将在第一时间进行的第一信号功率测量与在第二时间进行的第二信号功率测量进行比较。在差分编码中,可以传送第一信号功率测量值和第二功率测量值之间的差异,而不是第二信号功率测量值的绝对值。因为一些测量不会随着时间的推移而发生很大改变,所以一些差分数据可能比数据的绝对值使用更少的比特。附加地,熵编码可以包括压缩一定数量的编码比特以减少传输中的比特的数量。在一些示例中,熵编码方案可以使用具有与符号出现的概率成反比的比特数量的符号。例如,更可能出现的符号可以使用比不太可能出现的符号更少的比特来被编码。

[0094] 在一些示例中,UE 115-a可以执行差分编码、熵编码或两者,以在与神经网络处理相关联的量化步骤之后进一步压缩数据。附加地或可替代地,差分编码可以发生在压缩操作的输入阶段,其中表示测量之间的差异的比特最初被编码,然后被输入到神经网络用于处理。当解码来自UE 115-a的经压缩、经编码的传输时,基站105-a然后可以使用差分解码、熵解码或两者。

[0095] 在执行这些压缩和编码操作之前,基站105-a可以指示UE 115-a将执行不同的压缩和编码操作。例如,基站105-a可以发送编码参数215的指示给UE 115-a(例如,经由载波205)。在一些示例中,编码参数215可以包括差分编码器参数220、熵编码器参数225或两者。一个或多个编码器参数可以使能并指示UE 115-a在将数据发送到基站105-a之前压缩和编码数据(例如,测量数据)时使用对应的编码器。例如,UE 115-a可以基于编码参数215(例如,包括差分编码器参数220、熵编码器参数225或两者)来检测或确定要被压缩和编码的数据集230。UE 115-a然后可以基于执行差分编码器操作(例如,根据差分编码器参数220)、熵编码器操作(例如,根据熵编码器参数225)或两者来将经压缩和经编码的数据集235发送到基站105-a(例如,经由载波210)。基站105-a然后可以基于差分解码器操作、熵解码器操作或两者来解码经压缩和经编码的数据集235。

[0096] 在一些示例中,编码参数215可以指示UE 115-a如何执行对应的编码器操作。例如,根据差分编码器参数220,基站105-a可以指示UE 115-a将使用哪些先前值来执行差分编码器操作。在一些实施方式中,UE 115-a可以使用数据的初始值(例如,在帧内编码帧(I帧)处)来确定该数据在随后的时间实例处(例如,在预测帧(P帧)处)的差分值。附加地或可替代地,UE 115-a可以使用数据的先前重构值来在随后的时间实例处确定该数据的差分值。在一些示例中,UE 115-a可以使用数据的初始重构值来确定该数据在随后的时间实例处的差分值。附加地或可替代地,基站105-a可以指示UE 115-a如何经由熵编码器参数225执行熵编码操作。例如,熵编码器参数225可以指示要执行的熵编码器操作的类型(例如,霍夫曼编码、算术编码、嵌入式零树小波(EZW)编码、伦佩尔-齐夫(LZ)熵编码等)和启用熵编码器操作的附加参数。

[0097] 如本文所描述的,UE 115-a可以在单次编码器的输出处执行差分编码器操作、熵编码器操作或两者。例如,UE 115-a可以首先使用单次编码器(例如,除了差分编码器和熵编码器之外的附加编码器)对数据集230进行编码,以压缩和编码数据集230。在一些示例中,在使用单次编码器对数据集230进行编码之后,UE 115-a可以量化经编码的数据集(例如,经编码和经压缩的数据集)。经编码的数据集的量化可以包括以比浮点预测更低的比特宽度存储或转换经编码的数据集中的值(例如,浮点值被转换为比特,使得经编码的数据集中的值由整数而不是浮点值表示)。一旦经编码的数据集已经被量化(例如,数据集现在被

编码、被量化和被压缩), UE 115-a 然后就可以在将进一步被编码、被量化和被压缩的数据集发送到基站 105-a 之前执行差分编码器操作、熵编码器操作或两者。附加地或可替代地, UE 115-a 可以在到单次编码的输入阶段执行差分编码器操作, 并且执行本文描述的其余操作。

[0098] 在一些示例中, UE 115-a 可以基于每个编码器操作的对应指示参数, 确定何时执行与单次编码器相关的差分编码器操作、熵编码器操作或两者(例如, 在输入阶段处或输出阶段处)。例如, 差分编码器参数 220 可以指示 UE 115-a 何时执行差分编码器操作(例如, 在单次编码器操作的输入阶段处或输出阶段处), 并且熵编码器参数 225 可以指示 UE 115-a 何时执行熵编码器操作(例如, 在单次编码器操作的输出阶段处)。附加地或可替代地, UE 115-a 可以被预配置为何时要执行这些编码器操作。

[0099] 尽管在图 2 的示例中 UE 115-a 被示出执行不同的压缩和编码操作, 但是任何编码设备(例如, 基站 105、TRP、另一类型的 UE 115 等)可以在将数据集发送到附加设备之前执行本文所描述的技术以压缩和编码数据集。附加地, 当基站 105-a 被示出接收和解码经压缩和经编码的数据集 235(例如, 经编码、经量化和经压缩的数据集)时, 任何解码设备(例如, UE 115、TRP、另一类型的基站 105 等)可以执行本文所描述的技术来解码经压缩和经编码的数据集 235。

[0100] 图 3A 和 3B 分别图示了支持根据本公开的各方面的用于神经网络架构的编码技术的压缩程序 300 和压缩程序 301 的示例。在一些示例中, 压缩程序 300 和压缩程序 301 可以实施无线通信系统 100、无线通信系统 200 或两者的各方面, 或者可以由无线通信系统 100、无线通信系统 200 或两者的各方面实施。例如, 编码设备(例如, UE 115 或附加编码设备)可以被配置为对经由编码设备的一个或多个天线接收的样本(例如, 数据)执行一个或多个操作以压缩样本。随后, 解码设备(例如, 基站 105 或附加解码设备)可以被配置为解码经压缩的样本以确定诸如信道状态反馈的信息。

[0101] 在一些示例中, 编码设备可以识别要压缩的特征。例如, 编码设备可以在与要压缩的特征相关联的第一维度中执行第一类型的操作。编码设备可以在其他维度上(例如, 在所有其他维度上)执行第二类型的操作。例如, 编码设备可以在第一维度上执行全连接操作, 并在其他维上执行卷积(例如, 逐点卷积)。所识别的要压缩的特征可以是用于压缩程序 300 的输入 305(例如, $h(t)$ 或 h_{in})的一部分。为压缩过程 300 示出的不同操作可以包括多个神经网络层和/或操作。编码设备和解码设备的神经网络可以通过一个或多个所示操作的级联来形成。

[0102] 编码设备可以对数据(例如, 输入 305)执行空域特征提取 310。随后, 编码设备可以对数据执行抽头域特征提取 315。在一些示例中, 编码设备可以在执行空域特征提取之前执行抽头域特征提取。附加地, 提取操作可以包括多个操作。例如, 多个操作可以包括一个或多个卷积操作、一个或多个全连接操作等, 其可以被激活或不激活。在一些示例中, 提取操作可以包括一个或多个 ResNet 操作。

[0103] 在执行空域特征提取 310 和抽头域特征提取 315(例如, 提取操作)之后, 编码设备可以使用特征压缩 320 压缩已经提取的一个或多个特征。在一些示例中, 特征压缩 320(例如, 压缩操作)可以包括一个或多个操作, 诸如一个或多个卷积操作、一个或多个全连接操作等。在压缩之后, 输出的比特计数可以小于输入的比特计数。

[0104] 随后,编码设备可以执行量化325(例如,量化操作)。在一些示例中,编码设备可以在展平压缩操作的输出之后执行量化325和/或在展平输出之后执行全连接操作。使用空域特征提取310、抽头域特征提取315和特征压缩320可以表示在编码设备处执行或使用单次编码器。然后,在编码设备将经编码的数据发送到解码设备之前,单次编码器的输出可以通过量化325。

[0105] 相应地,解码设备然后可以基于接收到经编码的数据来执行特征解压缩330。附加地,解码设备可以执行抽头域特征重构335和空域特征重构340,以产生对应于输入305的输出345(例如, h_{out} 或 $h(t)$)。在一些示例中,解码设备可以在执行抽头域特征重构335之前执行空域特征重构340。在重构操作之后,解码设备可以基于来自编码设备的输入305经由输出345输出经重构的版本。使用特征解压缩330、抽头域特征重构335和空域特征重构340可以表示在解码设备处执行或使用单次解码器。

[0106] 在一些示例中,解码设备可以以与编码设备执行的操作相反的顺序执行操作。例如,如果编码设备遵循操作(A,B,C,D),则解码设备可以遵循逆操作(D,C,B,A)。附加地,解码设备可以执行与编码设备的操作完全对称的操作。对称操作的这种使用可以减少在编码设备处用于神经网络配置的比特的数量。附加地或可替代地,除了由编码设备执行的操作之外,解码设备还可以执行附加操作(例如,卷积操作、全连接操作、ResNet操作等)。也就是说,解码设备可以执行与编码设备的操作不对称的操作。

[0107] 基于使用用于上行链路通信的神经网络对数据集进行编码的编码设备,编码设备(例如,UE 115)可以利用减少的有效载荷发送测量(例如,信道状态反馈)。这种减少的有效载荷可以节省网络资源,否则这些网络资源可能已经被用于发送由编码设备采样的完整数据集。如本文参考图2所描述的,编码设备可以使用附加层来执行附加编码操作,以进一步压缩要发送到解码设备的数据。

[0108] 例如,如参考压缩程序301所示,编码设备可以在单次编码器的输出上应用或使用差分编码器360、熵编码器365或两者,以进一步压缩要发送到解码设备的反馈370。反馈370可以是在发送设备和接收设备之间通过空中接口(或一些其他介质)发送的信息的示例。附加地,在执行参考图3A中的压缩程序300描述的单次解码器的操作之前,解码设备还可以使用熵解码器375、差分解码器380或两者。附加地或可替代地,尽管未示出,编码设备可以在单次编码器的输入阶段处应用或使用差分编码器360,并且解码设备可以在单次编码器的输出上应用或使用差分解码器380。在一些示例中,压缩程序301可以被称为时域压缩操作或程序。

[0109] 如图3B的示例中所示,编码设备可以获取输入305并将输入305通过编码器神经网络350。在一些示例中,编码器神经网络350可以对应于如参考图3A所描述的空域特征提取310、抽头域特征提取315和特征压缩320(例如,单次编码器)。在输入305已经通过编码器神经网络350之后,编码设备可以使用量化器355来执行量化操作(例如,参考图3A描述的量化325)。随后,编码设备然后可以使用差分编码器360、熵编码器365或两者,或将差分编码器360、熵编码器365或两者应用于编码器神经网络350的经量化的输出。在一些示例中,差分编码器360和熵编码器365可以如参考图2所描述的那样被执行。编码设备然后可以向解码设备发送反馈370,其中反馈370表示经编码、经量化和经压缩的数据集。

[0110] 解码设备可以接收反馈370,并且可以使用或应用熵解码器375、差分解码器380或

两者来部分地解码和解压缩通过反馈370接收的经编码、经量化和经压缩的数据集。在使用或应用熵解码器375、差分解码器380或两者之后,解码设备然后可以通过解码器神经网络385传递部分经解码和经解压缩的数据集以生成输出345。在一些示例中,解码器神经网络385可以包括如参考图3A所描述的特征解压缩330、抽头域特征重构335和空域特征重构340(例如,以及任何附加层)。

[0111] 图4图示了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的压缩配置400的示例。在一些示例中,压缩配置400可以实施无线通信系统100、无线通信系统200或两者的各方面,或者可以由无线通信系统100、无线通信系统200或两者的各方面实施。例如,编码设备(例如,UE 115或附加编码设备)可以被配置为对经由编码设备的一个或多个天线接收的样本(例如,数据)执行一个或多个操作以压缩样本。随后,解码设备(例如,基站105或附加解码设备)可以被配置为解码经压缩的样本以确定诸如信道状态反馈的信息。在一些示例中,压缩配置400可以表示具有熵编码的信道状态反馈压缩操作或程序的示例。

[0112] 编码设备可以识别用于执行压缩配置400的输入405。例如,输入405可以包括要被压缩和编码的数据集(例如,多个测量,例如信道状态反馈测量)。在一些示例中,编码设备可以从天线接收采样,其中输入405表示基于天线的数量、每个天线的采样的数量和抽头特征从其天线接收的64x64维数据集。64x64维度数据集可以表示输入405的一个非限制性示例。编码设备可以将输入405传递到第一卷积410层或穿过第一卷积层410。例如,第一卷积层410可以表示使用一维卷积(例如,Conv1D)进行空域特征提取和短时域(抽头)特征提取的初始层。第一卷积层410(例如,附加卷积层)可以是全连接层(例如,在天线中)和在抽头维度中具有小核大小(例如,3)的简单卷积(以提取短抽头特征)。这种64xW一维卷积运算的输出可以是Wx64矩阵。

[0113] 在第一卷积层410之后,编码设备可以使用一个或多个对应的ResNet块(诸如ResNet块415和ResNet块420)来执行一个或多个ResNet操作。一个或多个ResNet操作还可以细化空域特征和/或时域特征。在一些示例中,ResNet操作可以包括与特征相关联的多个操作。例如,ResNet操作可以包括多个(例如,3个)一维卷积操作、跳过连接(例如,在ResNet的输入和ResNet的输出之间,以避免应用一维卷积操作)、通过多个一维卷积操作的路径和通过跳过连接的路径的求和操作或者附加操作。在一些示例中,多个一维卷积操作可以包括:具有核大小3的Wx256卷积操作,其输出被输入到批量归一化(BN)层,随后是产生维度256x64的输出数据集的矫正线性单元(ReLU)激活(例如,诸如LeakyReLU激活),具有核大小3的256x512卷积操作,其输出被输入到BN层,随后是产生维度512x64的输出数据集的ReLU激活,以及具有核大小3的512xW卷积操作,其输出维度Wx64的BN数据集。来自一个或多个ResNet操作的输出可以是Wx64矩阵。

[0114] 编码设备可以使用附加卷积层425来对来自一个或多个ResNet操作的输出执行WxV卷积操作。WxV卷积操作可以包括逐点(例如,逐抽头)卷积操作。WxV卷积操作可以将空域特征压缩为每个抽头的减小的维度。WxV卷积操作可以具有W个特征的输入和V个特征的输出。WxV卷积运算的输出可以是Vx64矩阵。

[0115] 编码设备可以执行展平操作430以将Vx64矩阵展平为64V元素矢量。编码设备可以使用全连接层435来执行64VxM全连接操作,以进一步将空时特征数据集压缩成大小为M的低维矢量,用于通过空中传输到解码设备。编码设备可以在大小为M的低维矢量的空中传输

之前执行量化440,以将传输的采样映射到大小为M的低维矢量的离散值。在量化440之后,编码设备可以使用或应用熵编码器445来进一步压缩量化440的输出。

[0116] 解码设备可以接收熵编码数据,并且可以使用或应用熵解码器450来解码经编码的传输。附加地,解码设备可以使用全连接层455来执行 $M \times 64V$ 全连接操作,以将大小为M的低维矢量解压缩为空时特征数据集。解码设备可以执行整形操作460以将 $64V$ 元素矢量整形为二维 $V \times 64$ 矩阵。解码设备可以使用卷积层465对来自整形操作460的输出执行 $V \times W$ (具有为一(1)的核大小)卷积操作。 $V \times W$ 卷积操作可以包括逐点(例如,逐抽头)卷积操作。在一些示例中, $V \times W$ 卷积操作可以针对每个抽头从减小的维度解压缩空域特征。 $V \times W$ 卷积操作可以具有 V 个特征的输入和 W 个特征的输出。来自 $V \times W$ 卷积操作的输出可以是 $W \times 64$ 矩阵。

[0117] 解码设备然后可以使用一个或多个对应的ResNet块(例如ResNet块470和ResNet块475)来执行一个或多个ResNet操作。一个或多个ResNet操作还可以解压缩空域特征、时域特征或两者。在一些示例中,ResNet操作可以包括多个(例如,3个)一维卷积操作、跳过连接(例如,为了避免应用一维卷积操作)、通过多个卷积操作的路径和通过跳过连接的路径的求和操作或附加操作。来自一个或多个ResNet操作的输出可以是 $W \times 64$ 矩阵。

[0118] 解码设备然后可以使用卷积层480来执行空域和时域特征重构。在一些示例中,空域和时域特征重构可以通过使用一维卷积运算来实现,该一维卷积运算在空域维度中是全连接的(以重构空域特征),并且是在抽头维度中具有小核大小(例如3)(以重构短抽头特征)的简单卷积。来自 $64 \times W$ 卷积操作的输出可以是 64×64 矩阵,并且可以由输出485表示。在一些示例中, M 、 W 和/或 V 的值可以是可配置的,以调整特征的权重、有效载荷大小等。附加地,尽管在图4的示例中与对应于 64×64 维数据集的对应操作描述了 64×64 维数据集(例如, 64×64 矩阵),但是任何大小的数据集都可以用于执行本文所描述的操作。

[0119] 图5图示了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的压缩和编码配置500的示例。在一些示例中,压缩和编码配置500可以实施无线通信系统100、无线通信系统200或两者的各方面,或者可以由无线通信系统100、无线通信系统200或两者的各方面实施。例如,编码设备(例如,UE 115或附加编码设备)可以被配置为对经由编码设备的一个或多个天线接收的样本的输入505(例如,数据)执行一个或多个操作以压缩样本。随后,解码设备(例如,基站105或附加解码设备)可以被配置为基于输入505对经压缩的样本进行解码以确定信息的输出530,诸如信道状态反馈。在一些示例中,压缩和编码配置500可以表示在编码器(例如,单次编码器、编码器神经网络等)的输出处包括差分编码器510、熵编码器515或两者的压缩和编码程序。通过在编码器的输出处使用或应用差分编码器510,编码设备可以减少或限制误差传播。

[0120] 编码设备可以获取输入505,并且可以使用编码器的一个或多个操作(诸如一个或多个卷积层、一个或多个ResNet块、一个或多个全连接层和量化器,如参考图4所描述的)来初始编码、压缩和量化输入505。在(例如,在编码器的输出处)被量化之后,编码设备可以使用或应用差分编码器510。如参考图2所描述的,差分编码器510可以使用数据的先前值来对数据进行编码。在一些示例中,解码设备或网络设备可以指示编码设备将哪些先前值用于差分编码器510(例如,经由用于差分编码操作的一个或多个参数)。例如,编码设备可以使用数据的初始值(例如,在I帧处)来确定该数据在稍后时间实例处的差分值(例如,在P帧处),可以使用数据的先前重构值来确定该数据在稍后时间实例处的差分值,可以使用数据

的初始重构值来确定该数据在稍后时间实例处的差分值,或者其组合。

[0121] 例如,当使用数据的初始值来确定该数据在稍后时间实例处的差分值时,编码设备可以计算相对于I帧的P子帧(例如,P帧)。时间实例(N-1)的给定差分值可以由等式1给出。

$$[0122] \quad (x_{N-1} - x_0) \quad (1)$$

[0123] x_0 可以表示数据的初始值(例如,在I帧处确定),并且 x_{N-1} 可以表示在时间N-1处数据的给定值(例如,在P帧处确定)。编码设备可以将由等式1给出的数据的差分值除以 $\sqrt{E\{|\Delta|^2\}}$,其中E表示误差传播值, Δ 表示数据的给定值(例如, x_{N-1})与数据的初始值(例如, x_0)之间的差。在将差分值除以 $\sqrt{E\{|\Delta|^2\}}$ 之后,编码设备可以剩下 E_p/D_p 值,其中 E_p 表示给定P帧处的差分值, D_p 表示给定P帧处的 $\sqrt{E\{|\Delta|^2\}}$ 。

[0124] 在解码设备侧,解码设备可以接收由 E_p/D_p 给出的数据的表示。随后,解码设备可以将接收到的数据的表示(例如,数据的经编码的版本)乘以 $\sqrt{E\{|\Delta|^2\}}$,以生成由等式2给出的等式1的经重构的版本。

$$[0125] \quad (\widehat{x_{N-1}} - x_0) \quad (2)$$

[0126] 然后,解码设备可以将由解码设备(例如,在I帧处)确定的数据的初始值的重构值(例如, $\hat{x}_0$)添加到等式2,以确定并获得在时间N-1处的数据的给定值的重构值(例如, $\hat{x}_{N-1}$)。通过使用基于数据的初始值(例如 x_0)的差分编码器510,差分编码器510的误差传播可以仅基于数据的初始值的重构值(例如 $\hat{x}_0$)。

[0127] 附加地或可替代地,当使用或应用差分编码器510时,编码设备可以使用P子帧结构和基于经重构信道的重构(例如,基于向差分编码器510的编码设备信令通知的一个或多个参数)。使用P子帧结构和基于经重构信道的重构可以减少或防止误差传播。在一些示例中,编码设备可以确定给定数据值的重构值。例如,编码设备可以确定除以 $\sqrt{E\{x_0^2\}}$ 的数据的初始值(例如, x_0),其然后由 E_I/D_I 给出。在解码设备侧, E_I/D_I 可以乘以 $\sqrt{E\{x_0^2\}}$ 来确定数据的初始值的重构值,其中重构值由 $\hat{x}_0$ 给出。编码设备可以通过执行与解码设备类似的动作来确定 $\hat{x}_0$,或者可以从解码设备接收重构值的指示。

[0128] 随后,对于I帧之后的给定P帧(例如,P帧1、P帧2等),编码设备可以使用先前值的重构值来编码给定P帧处的值的差分值。例如,对于P帧N-1(例如,在时间N-1处),编码设备可以基于等式3确定在时间N-1处的数据的差分值。

$$[0129] \quad (x_{N-1} - \hat{x}_{N-2}) \quad (3)$$

[0130] 编码设备然后可以执行如前所述的类似操作(例如,将由等式3给出的数据的差分值除以 $\sqrt{E\{|\Delta|^2\}}$)。解码设备可以接收由 E_p/D_p 给出的数据的表示,并且可以将接收到的数据的表示(例如,数据的经编码的版本)乘以 $\sqrt{E\{|\Delta|^2\}}$,以生成等式3的经重构版本(例如,

$(x_{N-1} - \hat{x}_{N-2})$)。解码设备然后可以添加由解码设备确定的数据的先前值的重构值(例如, $\hat{x}_{N-2}$), 以确定并获得在时间N-1处的数据的给定值的重构值(例如, $\hat{x}_{N-1}$)。附加地或可替代地, 可以基于 $\hat{x}_0$ 而不是数据的前紧邻重构值来构建P帧。

[0131] 相应地, 解码设备可以从编码设备接收经编码、经量化和经压缩的数据集, 并且可以使用熵解码器520和差分解码器525来部分地解码经编码、经量化和经压缩的数据集。附加地, 解码设备可以使用如参考图3A所描述的一个或多个全连接层、一个或多个卷积层以及一个或多个ResNet块, 以确定并获得对应于输入505的输出530。

[0132] 图6图示了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的压缩和编码配置600的示例。在一些示例中, 压缩和编码配置600可以实施无线通信系统100、无线通信系统200或两者的各方面, 或者可以由无线通信系统100、无线通信系统200或两者的各方面实施。例如, 编码设备(例如, UE 115或附加编码设备)可以被配置为对经由编码设备的一个或多个天线接收的样本的输入605(例如, 数据)执行一个或多个操作以压缩样本。随后, 解码设备(例如, 基站105或附加解码设备)可以被配置为基于输入605对经压缩的样本进行解码以确定信息的输出640, 诸如信道状态反馈。在一些示例中, 压缩和编码配置600可以表示压缩和编码程序, 该压缩和编码程序包括在编码器的输入处的差分编码器610和在编码器的输出处的熵编码器620。

[0133] 利用差分编码器610, 编码设备可以使用I帧和一个或多个P帧。I帧可以每N个子帧出现一次, 并且P帧可以对于剩余的N-1个子帧出现。在一些示例中, 编码设备可以使用两个(2)个神经网络用于差分编码器610, 诸如用于I帧的第一神经网络和用于(一个或多个)P帧的第二神经网络。编码设备可以基于参考图5描述的技术来确定I帧处的数据的初始值(例如, x_0 除以 $\sqrt{E\{|x_0^2|\}}$ 等)。随后, 对于每个P帧, 可以基于数据的前紧邻值来确定差分值。例如, 对于时间N-1, 数据的差分值可以由等式4给出。

$$[0134] \quad (x_{N-1} - x_{N-2}) \quad (4)$$

[0135] 如参考图5所描述的, 解码设备然后可以基于该差分值(例如, 乘以 $\sqrt{E\{|\Delta|^2\}}$)和先前值的重构值(例如, $\hat{x}_{N-2}$)来确定数据的每个时间实例的重构值, 以确定在时间N-1的数据的重构值(例如, $\hat{x}_{N-1}$)。解码设备(例如, 和/或编码设备)然后可以基于由等式5给出的重构值来计算归一化均方误差(NMSE)。

$$[0136] \quad NMSE = \frac{E\{|\hat{x} - x|^2\}}{E\{|x|^2\}} \quad (5)$$

[0137] 除了在编码器的输入处使用或应用差分编码器610之外, 编码设备可以在进一步编码之前执行归一化操作615以归一化经差分编码的数据。附加地, 解码设备可以在使用或应用差分解码器635之前执行撤销归一化操作630。在一些示例中, 解码设备还可以包括对熵编码器620的输出进行解码的熵解码器625。

[0138] 图7图示了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的处理流700的示例。在一些示例中, 处理流700可以实施无线通信系统100、无线通信系统200或两者的各方面, 或者可以由无线通信系统100、无线通信系统200或两者的各方面实施。例如, 处

理流700可以包括基站105-b和UE 115-b,它们可以分别表示如参考图1-6所描述的对应基站105和UE 115的示例。

[0139] 在处理流700的以下描述中,UE 115-b和基站105-b之间的操作可以以不同的顺序或在不同的时间执行。一些操作也可以被排除在处理流700之外,或者其他操作可以被添加到处理流700。当UE 115-b和基站105-b被示出执行处理流程700的一定数量的操作时,任何无线设备都可以执行所示的操作。

[0140] 在705处,UE 115-b可以接收用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者。例如,UE 115-b可以接收对应于一个或多个编码操作的一个或多个参数,一个或多个参数中的每一个对应于一个或多个编码操作的相应编码操作,其中基于一个或多个参数对经量化和经压缩的数据集进行编码。

[0141] 在710处,UE 115-b可以通过在UE 115-b处或由UE 115-b采用的神经网络对数据集进行编码,以生成经压缩的数据集。在715处,UE 115-b可以量化由神经网络编码的经压缩的数据集。

[0142] 在720处,UE 115-b可以基于接收到一个或多个编码操作的指示对经量化和经压缩的数据集进行编码。在一些示例中,UE 115-b可以使用熵编码操作对经量化和经压缩的数据集进行编码。例如,熵编码操作可以包括使用具有基于符号出现的概率而变化的长度的一个或多个符号对经压缩的数据集进行编码。

[0143] 附加地或可替代地,UE 115-b可以使用差分编码操作对经量化和经压缩的数据集进行编码。例如,差分编码操作可以包括基于经压缩的数据集的一定量的数据的先前值对一定量的数据进行编码。在一些示例中,UE 115-b可以在量化由神经网络编码的经压缩的数据集之后,确定在第一时间实例处的经量化和经压缩的数据集中的数据的第一值和在第一时间实例之后的第二时间实例处的数据的第二值之间的差分值,其中基于一个或多个编码操作的指示(例如,指示UE 115-b在确定差分值时使用初始值的指示)来确定差分值,并且基于差分值来编码经量化和经压缩的数据集。附加地或可替代地,UE 115-b可以在量化由神经网络编码的经压缩的数据集之后,确定在第一时间实例处的经量化和经压缩的数据集中的数据的第一重构值和在第一时间实例之后的第二时间实例处的数据的第二重构值之间的差分值,其中基于一个或多个编码操作的指示(例如,指示UE 115-b在确定差分值时使用先前重构值的指示)来确定差分值,并且基于差分值来编码经量化和经压缩的数据集。

[0144] 在一些示例中,当执行差分编码操作时,UE 115-b可以在量化由神经网络编码的经压缩的数据集之后,确定经量化和经压缩的数据集中的、与编码数据集相关联的初始时间实例处的数据的初始重构值。随后,UE 115-b可以在量化之后确定在初始时间实例之后的附加时间实例处的数据的附加重构值与数据的初始重构值之间的差分值,其中基于一个或多个编码操作的指示(例如,指示UE 115-b在确定差分值时使用初始重构值的指示)来确定差分值,并且基于该差分值对经量化和经压缩的数据集进行编码。

[0145] 在725处,UE 115-b可以在基于一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后,将经编码、经量化和经压缩的数据集(例如,在单次编码器之后的经压缩和经编码的数据集)发送到第二设备(例如,基站105-b)。在一些示例中,经编码、经量化和经压缩的数据集可以包括数据集中数据的差分值,这些差分值是基于数据的初始值、数据的先前重构

值、数据的初始重构值或其组合。

[0146] 在730处,基站105-b可以解码从UE 115-b接收的经编码、经量化和经压缩的数据集。例如,基站105-b可以首先解码经编码、经量化和经压缩的数据集,以基于一个或多个编码操作生成经压缩的数据集。附加地,基站105-b然后可以通过神经网络(例如,在基站105-b处或由基站105-b采用)对经压缩的数据集进行解码,以基于对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码来生成数据集。

[0147] 图8示出了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的设备805的框图800。设备805可以是如本文所描述的UE 115的各方面的示例。设备805可以包括接收器810、发送器815和通信管理器820。设备805还可以包括处理器。这些组件中的每一个都可以彼此通信(例如,经由一条或多条总线)。

[0148] 接收器810可以提供用于接收与各种信息信道(例如,控制信道、数据信道、与用于神经网络架构的编码技术相关的信息信道)相关联的信息(诸如分组、用户数据、控制信息或其任何组合)的部件。信息可以被传递到设备805的其他组件。接收器810可以利用单个天线或多个天线的集合。

[0149] 发送器815可以提供用于发送由设备805的其他组件生成的信号的部件。例如,发送器815可以发送与各种信息信道(例如,控制信道、数据信道、与用于神经网络架构的编码技术相关的信息信道)相关联的信息,诸如分组、用户数据、控制信息或其任何组合。在一些示例中,发送器815可以与接收器810并置于收发器模块中。发送器815可以利用单个天线或多个天线的集合。

[0150] 通信管理器820、接收器810、发送器815或其各种组合或其各种组件可以是用于执行本文所描述的用于神经网络架构的编码技术的各方面的部件的示例。例如,通信管理器820、接收器810、发送器815或其各种组合或组件可以支持用于执行本文所描述的一个或多个功能的方法。

[0151] 在一些示例中,通信管理器820、接收器810、发送器815或其各种组合或组件可以在硬件中(例如,在通信管理电路中)实施。硬件可以包括处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其他可编程逻辑设备、分立门或晶体管逻辑、分立硬件组件或其任何组合,其被配置为或以其他方式支持用于执行本公开中描述的功能的部件。在一些示例中,处理器和与处理器耦合的存储器可以被配置为执行本文描述的一个或多个功能(例如,通过由处理器运行存储在存储器中的指令)。

[0152] 附加地或可替代地,在一些示例中,通信管理器820、接收器810、发送器815或其各种组合或组件可以用由处理器运行的代码(例如,作为通信管理软件或固件)来实施。如果由处理器运行的代码实施,则通信管理器820、接收器810、发送器815或其各种组合或组件的功能可以由通用处理器、DSP、中央处理单元(CPU)、ASIC、FPGA或这些或其他可编程逻辑设备的任何组合(例如,被配置为或以其他方式支持用于执行本公开中描述的功能的部件)来执行。

[0153] 在一些示例中,通信管理器820可以被配置为使用接收器810、发送器815或两者或以其他方式与之合作来执行各种操作(例如,接收、监控、发送)。例如,通信管理器820可以从接收器810接收信息,向发送器815发送信息,或者与接收器810、发送器815或两者组合集成,以接收信息、发送信息或者执行本文所描述的各种其他操作。

[0154] 根据本文公开的示例,通信管理器820可以支持UE处的无线通信。例如,通信管理器820可以被配置为或以其他方式支持用于接收用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示的部件,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者。通信管理器820可以被配置为或以其他方式支持用于由神经网络对数据集进行编码以生成经压缩的数据集的部件。通信管理器820可以被配置为或以其他方式支持用于量化由神经网络编码的经压缩的数据集的部件。通信管理器820可以被配置为或以其他方式支持用于基于接收到一个或多个编码操作的指示来编码经量化和经压缩的数据集的部件。通信管理器820可以被配置为或以其他方式支持用于在基于一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后将经编码、经量化和经压缩的数据集发送到第二设备的部件。

[0155] 通过根据本文描述的示例包括或配置通信管理器820,设备805(例如,控制或以其他方式耦合到接收器810、发送器815、通信管理器820或其组合的处理器)可以支持用于更有效地利用通信资源的技术。例如,通过使用差分编码器操作、熵编码器操作或两者,通信管理器820可以进一步压缩数据集以传输到第二设备,从而减少信令开销并使用更少的通信资源来承载经压缩的数据集。

[0156] 图9示出了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的设备905的框图900。设备905可以是如本文所描述的设备805或UE 115的各方面的示例。设备905可以包括接收器910、发送器915和通信管理器920。设备905还可以包括处理器。这些组件中的每一个都可以彼此通信(例如,经由一条或多条总线)。

[0157] 接收器910可以提供用于接收与各种信息信道(例如,控制信道、数据信道、与用于神经网络架构的编码技术相关的信息信道)相关联的信息(诸如分组、用户数据、控制信息或其任何组合)的部件。信息可以被传递到设备905的其他组件。接收器910可以利用单个天线或多个天线的集合。

[0158] 发送器915可以提供用于发送由设备905的其他组件生成的信号的部件。例如,发送器915可以发送与各种信息信道(例如,控制信道、数据信道、与用于神经网络架构的编码技术相关的信息信道)相关联的信息,诸如分组、用户数据、控制信息或其任何组合。在一些示例中,发送器915可以与接收器910并置于收发器模块中。发送器915可以利用单个天线或多个天线的集合。

[0159] 设备905或其各种组件可以是用于执行本文所描述的用于神经网络架构的编码技术的各方面的部件的示例。例如,通信管理器920可以包括编码器指示组件925、神经网络编码器组件930、量化组件935、编码器组件940、经编码的数据集的发送组件945或其任何组合。通信管理器920可以是如本文所描述的通信管理器820的各方面的示例。在一些示例中,通信管理器920或其各种组件可以被配置为使用接收器910、发送器915或两者或以其他方式与之合作来执行各种操作(例如,接收、监控、发送)。例如,通信管理器920可以从接收器910接收信息,向发送器915发送信息,或者与接收器910、发送器915或两者组合集成,以接收信息、发送信息或者执行本文所描述的各种其他操作。

[0160] 根据本文公开的示例,通信管理器920可以支持UE处的无线通信。编码器指示组件925可以被配置为或以其他方式支持用于接收用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示的部件,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者。神经网络编码器组件930可以被配置为或以其他方式支持用于由神经网络对数据集进行编码以

生成经压缩的数据集的部件。量化组件935可以被配置为或以其他方式支持用于量化由神经网络编码的经压缩的数据集的部件。编码器组件940可以被配置为或以其他方式支持用于基于接收到一个或多个编码操作的指示来编码经量化和经压缩的数据集的部件。经编码的数据集的发送组件945可以被配置为或以其他方式支持用于在基于一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后将经编码、经量化和经压缩的数据集发送到第二设备的部件。

[0161] 图10示出了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的通信管理器1020的框图1000。如本文所描述的,通信管理器1020可以是通信管理器820、通信管理器920或两者的各方面的示例。通信管理器1020或其各种组件可以是用于执行本文所描述的用于神经网络架构的编码技术的各方面的部件的示例。例如,通信管理器1020可以包括编码器指示组件1025、神经网络编码器组件1030、量化组件1035、编码器组件1040、经编码的数据集的发送组件1045、差分编码器组件1050、熵编码器组件1055或其任何组合。这些组件中的每一个都可以直接地或间接地彼此通信(例如,经由一条或多条总线)。

[0162] 根据本文公开的示例,通信管理器1020可以支持UE处的无线通信。编码器指示组件1025可以被配置为或以其他方式支持用于接收用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示的部件,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者。神经网络编码器组件1030可以被配置为或以其他方式支持用于由神经网络对数据集进行编码以生成经压缩的数据集的部件。量化组件1035可以被配置为或以其他方式支持用于量化由神经网络编码的经压缩的数据集的部件。编码器组件1040可以被配置为或以其他方式支持用于基于接收到一个或多个编码操作的指示来编码经量化和经压缩的数据集的部件。经编码的数据集的发送组件1045可以被配置为或以其他方式支持用于在基于一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后将经编码、经量化和经压缩的数据集发送到第二设备的部件。

[0163] 在一些示例中,为了支持接收一个或多个编码操作的指示,编码器指示组件1025可以被配置为或以其他方式支持用于接收对应于一个或多个编码操作的一个或多个参数的部件,一个或多个参数中的每一个对应于一个或多个编码操作的相应编码操作,其中经量化和经压缩的数据集是基于一个或多个参数被编码的。

[0164] 在一些示例中,为了支持对经量化和经压缩的数据集进行编码,差分编码器组件1050可以被配置为或以其他方式支持用于在使用神经网络对数据集进行编码之后使用差分编码操作对经量化和经压缩的数据集进行编码的部件。

[0165] 在一些示例中,为了支持对经量化和经压缩的数据集进行编码,熵编码器组件1055可以被配置为或以其他方式支持用于在使用神经网络对数据集进行编码之后使用熵编码操作对经量化和经压缩的数据集进行编码的部件。

[0166] 在一些示例中,为了支持对经量化和经压缩的数据集进行编码,差分编码器组件1050可以被配置为或以其他方式支持用于在量化由神经网络编码的经压缩的数据集之后确定在初始时间实例处的经量化和经压缩的数据集中的数据的第一值和初始时间实例之后的第二时间实例处的数据的第二值之间的差分值的部件,其中差分值是基于一个或多个编码操作的指示来确定的,并且经量化和经压缩的数据集是基于差分值来被编码的。

[0167] 在一些示例中,为了支持对经量化和经压缩的数据集进行编码,差分编码器组件

1050可以被配置为或以其他方式支持用于在量化由神经网络编码的经压缩的数据集之后确定在初始时间实例处的经量化和经压缩的数据集中的数据的第一重构值和初始时间实例之后的第二时间实例处的数据的第二重构值之间的差分值的部件,其中差分值是基于一个或多个编码操作的指示来确定的,并且经量化和经压缩的数据集是基于差分值来被编码的。

[0168] 在一些示例中,为了支持对经量化和经压缩的数据集进行编码,差分编码器组件1050可以被配置为或以其他方式支持用于在量化由神经网络编码的经压缩的数据集之后确定在与编码数据集相关联的初始时间实例处的经量化和经压缩的数据集中的数据的初始重构值的部件。在一些示例中,为了支持对经量化和经压缩的数据集进行编码,差分编码器组件1050可以被配置为或以其他方式支持用于在量化之后确定在初始时间实例之后的附加时间实例处的数据的附加重构值和数据的初始重构值之间的差分值的部件,其中差分值是基于一个或多个编码操作的指示来确定的,并且经量化和经压缩的数据集是基于差分值来被编码的。

[0169] 在一些示例中,差分编码操作包括基于经压缩的数据集的一定量的数据的先前值对一定量的数据进行编码。

[0170] 在一些示例中,熵编码操作包括使用具有基于符号出现的概率而变化的长度的一个或多个符号对经压缩的数据集进行编码。

[0171] 图11示出了根据本公开的各方面的包括支持用于神经网络架构的编码技术的设备1105的系统1100的图。设备1105可以是如本文所描述的设备805、设备905或UE 115的组件的示例或包括这些组件。设备1105可以与一个或多个基站105、UE 115或其任何组合无线通信。设备1105可以包括用于双向语音和数据通信的组件,包括用于发送和接收通信的组件,诸如通信管理器1120、输入/输出(I/O)控制器1110、收发器1115、天线1125、存储器1130、代码1135和处理器1140。这些组件可以经由一条或多条总线(例如,总线1145)进行电子通信或以其他方式耦合(例如,可操作地、通信地、功能地、电子地、电气地)。

[0172] I/O控制器1110可以管理设备1105的输入和输出信号。I/O控制器1110还可以管理未集成到设备1105中的外围设备。在一些情况下,I/O控制器1110可以表示到外部外围设备的物理连接或端口。在一些情况下,I/O控制器1110可以利用诸如iOS®、ANDROID®、MS-DOS®、MS-WINDOWS®、OS/2®、UNIX®、LINUX®或另一已知操作系统的操作系统。附加地或可替代地,I/O控制器1110可以表示调制解调器、键盘、鼠标、触摸屏或类似设备或与之交互。在一些情况下,I/O控制器1110可以被实施为处理器的一部分,诸如处理器1140。在一些情况下,用户可以经由I/O控制器1110或经由由I/O控制器1110控制的硬件组件与设备1105交互。

[0173] 在一些情况下,设备1105可以包括单个天线1125。然而,在一些其他情况下,设备1105可以具有不止一个天线1125,其能够同时发送或接收多个无线传输。收发器1115可以经由一个或多个天线1125、有线或无线链路进行双向通信,如本文所描述的。例如,收发器1115可以表示无线收发器,并且可以与另一无线收发器双向通信。收发器1115还可以包括调制解调器,以调制分组,将经调制的分组提供给一个或多个天线1125进行发送,以及解调从一个或多个天线1125接收的分组。如本文所描述的,收发器1115或收发器1115和一个或多个天线1125可以是发送器815、发送器915、接收器810、接收器910或其任何组合或其组件

的示例。

[0174] 存储器1130可以包括随机存取存储器(RAM)和只读存储器(ROM)。存储器1130可以存储包括指令的计算机可读、计算机可运行代码1135,当该指令由处理器1140运行时,使得设备1105执行本文所描述的各种功能。代码1135可以存储在非暂时性计算机可读介质中,例如系统存储器或另一类型的存储器。在一些情况下,代码1135可能不能由处理器1140直接地运行,但是可以使得计算机(例如,当被编译和运行时)执行本文所描述的功能。在一些情况下,除其他之外,存储器1130可以包含基本I/O系统(BIOS),其可以控制基本硬件或软件操作,诸如与外围组件或设备的交互。

[0175] 处理器1140可以包括智能硬件设备(例如,通用处理器、DSP、CPU、微控制器、ASIC、FPGA、可编程逻辑设备、离散门或晶体管逻辑组件、离散硬件组件或其任何组合)。在一些情况下,处理器1140可以被配置为使用存储器控制器来操作存储器阵列。在一些其他情况下,存储器控制器可以集成到处理器1140中。处理器1140可以被配置为运行存储在存储器(例如,存储器1130)中的计算机可读指令,以使得设备1105执行各种功能(例如,支持用于神经网络架构的编码技术的功能或任务)。例如,设备1105或设备1105的组件可以包括处理器1140和耦合到处理器1140的存储器1130,处理器1140和存储器1130被配置为执行本文描述的各种功能。

[0176] 根据本文公开的示例,通信管理器1120可以支持UE处的无线通信。例如,通信管理器1120可以被配置为或以其他方式支持用于接收用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示的部件,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者。通信管理器1120可以被配置为或以其他方式支持用于由神经网络对数据集进行编码以生成经压缩的数据集的部件。通信管理器1120可以被配置为或以其他方式支持用于量化由神经网络编码的经压缩的数据集的部件。通信管理器1120可以被配置为或以其他方式支持用于基于接收到一个或多个编码操作的指示来编码经量化和经压缩的数据集的部件。通信管理器1120可以被配置为或以其他方式支持用于在基于一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后将经编码、经量化和经压缩的数据集发送到第二设备的部件。

[0177] 通过根据本文描述的示例包括或配置通信管理器1120,设备1105可以支持用于更有效地利用通信资源、改进设备之间的协调以及改进处理能力的利用的技术。例如,通过使用差分编码器操作、熵编码器操作或两者,通信管理器1120可以进一步压缩数据集以传输到第二设备,从而减少信令开销并使用更少的通信资源来承载经压缩的数据集。附加地,通过网络设备接收不同编码器操作的参数指示,通信管理器1120可以支持设备1105和网络设备之间的协调。使用差分编码器操作、熵编码器操作或两者也可以使用设备1105的更多的处理能力而不是执行更少的编码操作,将使得比没有差分编码器操作和熵编码器操作实现更少的经压缩的数据。

[0178] 在一些示例中,通信管理器1120可以被配置为使用收发器1115、一个或多个天线1125或其任何组合或以其他方式与之合作来执行各种操作(例如,接收、监控、发送)。尽管通信管理器1120被图示为分离的组件,但在一些示例中,参考通信管理器1120描述的一个或多个功能可以由处理器1140、存储器1130、代码1135或其任何组合来支持或执行。例如,代码1135可以包括可由处理器1140运行的指令,以使得设备1105执行如本文所描述的用于神经网络架构的编码技术的各方面,或者处理器1140和存储器1130可以以其他方式被配置

为执行或支持这样的操作。

[0179] 图12示出了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的设备1205的框图1200。设备1205可以是如本文描述的基站105的各方面的示例。设备1205可以包括接收器1210、发送器1215和通信管理器1220。设备1205还可以包括处理器。这些组件中的每一个都可以彼此通信(例如,经由一条或多条总线)。

[0180] 接收器1210可以提供用于接收与各种信息信道(例如,控制信道、数据信道、与用于神经网络架构的编码技术相关的信息信道)相关联的信息(诸如分组、用户数据、控制信息或其任何组合)的部件。信息可以被传递到设备1205的其他组件。接收器1210可以利用单个天线或多个天线的集合。

[0181] 发送器1215可以提供用于发送由设备1205的其他组件生成的信号的部件。例如,发送器1215可以发送与各种信息信道(例如,控制信道、数据信道、与用于神经网络架构的编码技术相关的信息信道)相关联的信息,诸如分组、用户数据、控制信息或其任何组合。在一些示例中,发送器1215可以与接收器1210并置于收发器模块中。发送器1215可以利用单个天线或多个天线的集合。

[0182] 通信管理器1220、接收器1210、发送器1215或其各种组合或其各种组件可以是用于执行本文所描述的用于神经网络架构的编码技术的各方面的部件的示例。例如,通信管理器1220、接收器1210、发送器1215或其各种组合或组件可以支持用于执行本文所描述的一个或多个功能的方法。

[0183] 在一些示例中,通信管理器1220、接收器1210、发送器1215或其各种组合或组件可以在硬件中(例如,在通信管理电路中)实施。硬件可以包括处理器、DSP、ASIC、FPGA或其他可编程逻辑器件、分立门或晶体管逻辑、分立硬件组件或其任意组合,其被配置为或以其他方式支持用于执行本公开中描述的功能的部件。在一些示例中,处理器和与处理器耦合的存储器可以被配置为执行本文描述的一个或多个功能(例如,通过由处理器运行存储在存储器中的指令)。

[0184] 附加地或可替代地,在一些示例中,通信管理器1220、接收器1210、发送器1215或其各种组合或组件可以用由处理器运行的代码(例如,作为通信管理软件或固件)来实施。如果以由处理器运行的代码实施,则通信管理器1220、接收器1210、发送器1215或其各种组合或组件的功能可以由通用处理器、DSP、CPU、ASIC、FPGA或这些或其他可编程逻辑设备的任何组合(例如,被配置为或以其他方式支持用于执行本公开中描述的功能的部件)来执行。

[0185] 在一些示例中,通信管理器1220可以被配置为使用接收器1210、发送器1215或两者或以其他方式与之合作来执行各种操作(例如,接收、监控、发送)。例如,通信管理器1220可以从接收器1210接收信息,向发送器1215发送信息,或者与接收器1210、发送器1215或两者组合集成,以接收信息、发送信息或者执行本文所描述的各种其他操作。

[0186] 根据本文公开的示例,通信管理器1220可以支持设备处的无线通信。例如,通信管理器1220可以被配置为或以其他方式支持用于向UE发送UE用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示的部件,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者。通信管理器1220可以被配置为或以其他方式支持用于从UE接收经压缩的数据集已经在量化操作之后基于一个或多个编码操作被编码之后的经编码、经量化和经压缩的数据

集的部件。通信管理器1220可以被配置为或以其他方式支持用于至少部分地基于一个或多个编码操作来解码经编码、经量化和经压缩的数据集以生成经压缩的数据集的部件。通信管理器1220可以被配置为或以其他方式支持用于通过神经网络解码经压缩的数据集以基于解码经编码、经量化和经压缩的数据集来生成数据集的部件。

[0187] 图13示出了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的设备1305的框图1300。设备1305可以是设备1205或者如本文所描述的基站105的各方面的示例。设备1305可以包括接收器1310、发送器1315和通信管理器1320。设备1305还可以包括处理器。这些组件中的每一个都可以彼此通信(例如,经由一条或多条总线)。

[0188] 接收器1310可以提供用于接收与各种信息信道(例如,控制信道、数据信道、与用于神经网络架构的编码技术相关的信息信道)相关联的信息(诸如分组、用户数据、控制信息或其任何组合)的部件。信息可以被传递到设备1305的其他组件。接收器1310可以利用单个天线或多个天线的集合。

[0189] 发送器1315可以提供用于发送由设备1305的其他组件生成的信号的部件。例如,发送器1315可以发送与各种信息信道(例如,控制信道、数据信道、与用于神经网络架构的编码技术相关的信息信道)相关联的信息,诸如分组、用户数据、控制信息或其任何组合。在一些示例中,发送器1315可以与接收器1310并置于收发器模块中。发送器1315可以利用单个天线或多个天线的集合。

[0190] 设备1305或其各种组件可以是用于执行本文所描述的用于神经网络架构的编码技术的各方面的部件的示例。例如,通信管理器1320可以包括编码操作指示组件1325、经编码的数据集的接收组件1330、解码器组件1335、神经网络解码器组件1340或其任何组合。通信管理器1320可以是如本文所描述的通信管理器1220的各方面的示例。在一些示例中,通信管理器1320或其各种组件可以被配置为使用接收器1310、发送器1315或两者或以其他方式与之合作来执行各种操作(例如,接收、监控、发送)。例如,通信管理器1320可以从接收器1310接收信息,向发送器1315发送信息,或者与接收器1310、发送器1315或两者组合集成,以接收信息、发送信息或者执行本文所描述的各种其他操作。

[0191] 根据本文公开的示例,通信管理器1320可以支持设备处的无线通信。编码操作指示组件1325可以被配置为或以其他方式支持用于向UE发送UE用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示的部件,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者。经编码的数据集的接收组件1330可以被配置为或以其他方式支持用于从UE接收经压缩的数据集已经在量化操作之后基于一个或多个编码操作被编码之后的经编码、经量化和经压缩的数据集的部件。解码器组件1335可以被配置为或以其他方式支持用于基于一个或多个编码操作来解码经编码、经量化和经压缩的数据集以生成经压缩的数据集的部件。神经网络解码器组件1340可以被配置为或以其他方式支持用于通过神经网络解码经压缩的数据集以基于解码经编码、经量化和经压缩的数据集来生成数据集的部件。

[0192] 图14示出了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的通信管理器1420的框图1400。如本文所描述的,通信管理器1420可以是通信管理器1220、通信管理器1320或两者的各方面的示例。通信管理器1420或其各种组件可以是用于执行本文所描述的用于神经网络架构的编码技术的各方面的部件的示例。例如,通信管理器1420可以包括编码操作指示组件1425、经编码的数据集的接收组件1430、解码器组件1435、神经网络解码

器组件1440、差分解码器组件1445、熵解码器组件1450或其任何组合。这些组件中的每一个都可以直接地或间接地彼此通信(例如,经由一条或多条总线)。

[0193] 根据本文公开的示例,通信管理器1420可以支持设备处的无线通信。编码操作指示组件1425可以被配置为或以其他方式支持用于向UE发送UE用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示的部件,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者。经编码的数据集的接收组件1430可以被配置为或以其他方式支持用于从UE接收经压缩的数据集已经在量化操作之后基于一个或多个编码操作被编码之后的经编码、经量化和经压缩的数据集的部件。解码器组件1435可以被配置为或以其他方式支持用于基于一个或多个编码操作来解码经编码、经量化和经压缩的数据集以生成经压缩的数据集的部件。神经网络解码器组件1440可以被配置为或以其他方式支持用于通过神经网络解码经压缩的数据集以基于解码经编码、经量化和经压缩的数据集来生成数据集的部件。

[0194] 在一些示例中,为了支持发送一个或多个编码操作的指示,编码操作指示组件1425可以被配置为或以其他方式支持用于发送对应于一个或多个编码操作的一个或多个参数的部件,一个或多个参数中的每一个对应于一个或多个编码操作的相应编码操作,其中经量化和经压缩的数据集是基于一个或多个参数被编码的。

[0195] 在一些示例中,为了支持对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码,差分解码器组件1445可以被配置为或以其他方式支持用于使用差分解码操作对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码的部件。

[0196] 在一些示例中,为了支持对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码,熵解码器组件1450可以被配置为或以其他方式支持用于使用熵解码操作对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码的部件。

[0197] 在一些示例中,为了支持接收经编码、经量化和经压缩的数据集,差分解码器组件1445可以被配置为或以其他方式支持用于接收经编码、经量化和经压缩的数据集的部件,该经编码、经量化和经压缩的数据集包括数据集中的数据的基于数据的初始值的差分值。

[0198] 在一些示例中,为了支持接收经编码、经量化和经压缩的数据集,差分解码器组件1445可以被配置为或以其他方式支持用于接收经编码、经量化和经压缩的数据集的部件,该经编码、经量化和经压缩的数据集包括数据集中的数据的基于数据的先前重构值的差分值。

[0199] 在一些示例中,为了支持接收经编码、经量化和经压缩的数据集,差分解码器组件1445可以被配置为或以其他方式支持用于接收经编码、经量化和经压缩的数据集的部件,该经编码、经量化和经压缩的数据集包括数据集中的数据的基于数据的初始重构值的差分值。

[0200] 在一些示例中,差分编码操作包括基于经压缩的数据集的一定量的数据的先前值对一定量的数据进行编码。

[0201] 在一些示例中,熵编码操作包括使用具有基于符号出现的概率而变化的长度的一个或多个符号对经压缩的数据集进行编码。

[0202] 图15示出了根据本公开的各方面的包括支持用于神经网络架构的编码技术的设备1505的系统1500的图。设备1505可以是如本文所描述的设备1205、设备1305或基站105的组件的示例或包括这些组件。设备1505可以与一个或多个基站105、UE 115或其任何组合无

线通信。设备1505可以包括用于双向语音和数据通信的组件,包括用于发送和接收通信的组件,诸如通信管理器1520、网络通信管理器1510、收发器1515、天线1525、存储器1530、代码1535、处理器1540和站间通信管理器1545。这些组件可以经由一条或多条总线(例如,总线1550)进行电子通信或以其他方式耦合(例如,可操作地、通信地、功能地、电子地、电气地)。

[0203] 网络通信管理器1510可以管理与核心网络130的通信(例如,经由一个或多个有线回传链路)。例如,网络通信管理器1510可以管理客户端设备(例如一个或多个UE 115)的数据通信的传输。

[0204] 在一些情况下,设备1505可以包括单个天线1525。然而,在一些其他情况下,设备1505可以具有不止一个天线1525,其能够同时发送或接收多个无线传输。收发器1515可以经由一个或多个天线1525、有线或无线链路进行双向通信,如本文所描述的。例如,收发器1515可以表示无线收发器,并且可以与另一无线收发器双向通信。收发器1515还可以包括调制解调器,以调制分组,将经调制的分组提供给一个或多个天线1525进行发送,以及解调从一个或多个天线1525接收的分组。如本文所描述的,收发器1515或收发器1515和一个或多个天线1525可以是发送器1215、发送器1315、接收器1210、接收器1310或其任何组合或其组件的示例。

[0205] 存储器1530可以包括RAM和ROM。存储器1530可以存储包括指令的计算机可读、计算机可运行代码1535,当该指令由处理器1540运行时,使得设备1505执行本文所描述的各种功能。代码1535可以存储在非暂时性计算机可读介质中,例如系统存储器或另一类型的存储器。在一些情况下,代码1535可能不能由处理器1540直接地运行,但是可以使得计算机(例如,当被编译和运行时)执行本文所描述的功能。在一些情况下,除其他之外,存储器1530可以包含BIOS,其可以控制基本硬件或软件操作,诸如与外围组件或设备的交互。

[0206] 处理器1540可以包括智能硬件设备(例如,通用处理器、DSP、CPU、微控制器、ASIC、FPGA、可编程逻辑设备、离散门或晶体管逻辑组件、离散硬件组件或其任何组合)。在一些情况下,处理器1540可以被配置为使用存储器控制器来操作存储器阵列。在一些其他情况下,存储器控制器可以集成到处理器1540中。处理器1540可以被配置为运行存储在存储器(例如,存储器1530)中的计算机可读指令,以使得设备1505执行各种功能(例如,支持用于神经网络架构的编码技术的功能或任务)。例如,设备1505或设备1505的组件可以包括耦合到处理器1540的处理器1540和存储器1530,处理器1540和存储器1530被配置为执行本文描述的各种功能。

[0207] 站间通信管理器1545可以管理与其它基站105的通信,并且可以包括控制器或调度器,用于与其它基站105合作来控制与UE 115的通信。例如,站间通信管理器1545可以针对诸如波束成形或联合传输的各种干扰抑制技术来协调对到UE 115的传输的调度。在一些示例中,站间通信管理器1545可以在LTE/LTE-A无线通信网络中提供X2接口,以提供基站105之间的通信。

[0208] 根据本文公开的示例,通信管理器1520可以支持设备处的无线通信。例如,通信管理器1520可以被配置为或以其他方式支持用于向UE发送UE用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示的部件,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者。通信管理器1520可以被配置为或以其他方式支持用于从UE接收经压缩的数据集已

经在量化操作之后基于一个或多个编码操作被编码之后的经编码、经量化和经压缩的数据集的部件。通信管理器1520可以被配置为或以其他方式支持用于至少部分地基于一个或多个编码操作来解码经编码、经量化和经压缩的数据集以生成经压缩的数据集的部件。通信管理器1520可以被配置为或以其他方式支持用于通过神经网络解码经压缩的数据集以基于解码经编码、经量化和经压缩的数据集来生成数据集的部件。

[0209] 在一些示例中,通信管理器1520可以被配置为使用收发器1515、一个或多个天线1525或其任何组合或以其他方式与之合作来执行各种操作(例如,接收、监控、发送)。尽管通信管理器1520被图示为分离的组件,但在一些示例中,参考通信管理器1520描述的一个或多个功能可以由处理器1540、存储器1530、代码1535或其任何组合来支持或执行。例如,代码1535可以包括可由处理器1540运行以使得设备1505执行如本文所描述的用于神经网络架构的编码技术的各方面的指令,或者处理器1540和存储器1530可以以其他方式被配置为执行或支持这样的操作。

[0210] 图16示出了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的方法1600的流程图。方法1600的操作可以由如本文所描述的UE或其组件来实施。例如,方法1600的操作可以由如参考图1到11所描述的UE 115执行。在一些示例中,UE可以执行指令集来控制UE的功能元件以执行所描述的功能。附加地或者可替代地,UE可以使用专用硬件来执行所描述的功能的各方面。

[0211] 在1605处,该方法可以包括接收用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者。1605的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1605的操作的各方面可以由编码器指示组件1025执行,如参考图10所描述的。

[0212] 在1610处,该方法可以包括由神经网络对数据集进行编码以生成经压缩的数据集。1610的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1610的操作的各方面可以由神经网络编码器组件1030执行,如参考图10所描述的。

[0213] 在1615处,该方法可以包括量化由神经网络编码的经压缩的数据集。1615的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1615的操作的各方面可以由量化组件1035执行,如参考图10所描述的。

[0214] 在1620处,该方法可以包括基于接收到一个或多个编码操作的指示对经量化和经压缩的数据集进行编码。1620的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1620的操作的各方面可以由编码器组件1040执行,如参考图10所描述的。

[0215] 在1625处,该方法可以包括在基于所述一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后,将经编码、经量化和经压缩的数据集发送到第二设备。1625的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1625的操作的各方面可以由经编码的数据集的发送组件1045执行,如参考图10所描述的。

[0216] 图17示出了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的方法1700的流程图。方法1700的操作可以由如本文所描述的UE或其组件来实施。例如,方法1700的操作可以由如参考图1到11所描述的UE 115执行。在一些示例中,UE可以执行指令集来控制UE的功能元件以执行所描述的功能。附加地或者可替代地,UE可以使用专用硬件来执行所描述的功能的各方面。

[0217] 在1705处,该方法可以包括接收用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者。1705的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1705的操作的各方面可以由编码器指示组件1025执行,如参考图10所描述的。

[0218] 在1710处,该方法可以包括由神经网络对数据集进行编码以生成经压缩的数据集。1710的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1710的操作的各方面可以由神经网络编码器组件1030执行,如参考图10所描述的。

[0219] 在1715处,该方法可以包括量化由神经网络编码的经压缩的数据集。1715的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1715的操作的各方面可以由量化组件1035执行,如参考图10所描述的。

[0220] 在1720处,该方法可以包括基于接收到一个或多个编码操作的指示对经量化和经压缩的数据集进行编码。1720的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1720的操作的各方面可以由编码器组件1040执行,如参考图10所描述的。

[0221] 在1725处,该方法可以包括使用差分编码操作对经量化和经压缩的数据集进行编码。1725的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1725的操作的各方面可以由差分编码器组件1050执行,如参考图10所描述的。

[0222] 在1730处,该方法可以包括在基于所述一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后,将经编码、经量化和经压缩的数据集发送到第二设备。1730的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1730的操作的各方面可以由经编码的数据集的发送组件1045执行,如参考图10所描述的。

[0223] 图18示出了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的方法1800的流程图。方法1800的操作可以由如本文所描述的UE或其组件来实施。例如,方法1800的操作可以由如参考图1到11所描述的UE 115执行。在一些示例中,UE可以执行指令集来控制UE的功能元件以执行所描述的功能。附加地或者可替代地,UE可以使用专用硬件来执行所描述的功能的各方面。

[0224] 在1805处,该方法可以包括接收用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者。1805的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1805的操作的各方面可以由编码器指示组件1025执行,如参考图10所描述的。

[0225] 在1810处,该方法可以包括由神经网络对数据集进行编码以生成经压缩的数据集。1810的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1810的操作的各方面可以由神经网络编码器组件1030执行,如参考图10所描述的。

[0226] 在1815处,该方法可以包括量化由神经网络编码的经压缩的数据集。1815的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1815的操作的各方面可以由量化组件1035执行,如参考图10所描述的。

[0227] 在1820处,该方法可以包括基于接收到一个或多个编码操作的指示对经量化和经压缩的数据集进行编码。1820的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1820的操作的各方面可以由编码器组件1040执行,如参考图10所描述的。

[0228] 在1825处,该方法可以包括使用熵编码操作对经量化和经压缩的数据集进行编

码。1825的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1825的操作的各方面可以由熵编码器组件1055执行,如参考图10所描述的。

[0229] 在1830处,该方法可以包括在基于所述一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后,将经编码、经量化和经压缩的数据集发送到第二设备。1830的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1830的操作的各方面可以由经编码的数据集的发送组件1045执行,如参考图10所描述的。

[0230] 图19示出了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的方法1900的流程图。方法1900的操作可以由如本文所描述的基站或其组件来实施。例如,方法1900的操作可以由如参考图1到7和图12到15所描述的基站105执行。在一些示例中,基站可以运行指令集来控制基站的功能元件执行所描述的功能。附加地或者可替代地,基站可以使用专用硬件来执行所描述的功能的各方面。

[0231] 在1905处,该方法可以包括向UE发送UE用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者。1905的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1905的操作的各方面可以由编码操作指示组件1425执行,如参考图14所描述的。

[0232] 在1910处,该方法可以包括从UE接收经压缩的数据集已经在量化操作之后基于一个或多个编码操作被编码之后的经编码、经量化和经压缩的数据集。1910的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1910的操作的各方面可以由经编码的数据集接收组件1430执行,如参考图14所描述的。

[0233] 在1915处,该方法可以包括基于一个或多个编码操作对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码,以生成经压缩的数据集。1915的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1915的操作的各方面可以由解码器组件1435执行,如参考图14所描述的。

[0234] 在1920处,该方法可以包括由神经网络基于对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码来对经压缩的数据集进行解码来生成数据集。1920的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1920的操作的各方面可以由神经网络解码器组件1440执行,如参考图14所描述的。

[0235] 图20示出了根据本公开的各方面的支持用于神经网络架构的编码技术的方法2000的流程图。方法2000的操作可以由如本文所描述的基站或其组件来实施。例如,方法2000的操作可以由如参考图1到7和图12到15所描述的基站105执行。在一些示例中,基站可以运行指令集来控制基站的功能元件执行所描述的功能。附加地或者可替代地,基站可以使用专用硬件来执行所描述的功能的各方面。

[0236] 在2005处,该方法可以包括向UE发送UE用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者。2005的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,2005的操作的各方面可以由编码操作指示组件1425执行,如参考图14所描述的。

[0237] 在2010处,该方法可以包括发送对应于一个或多个编码操作的一个或多个参数,一个或多个参数中的每一个对应于一个或多个编码操作的相应编码操作,其中基于一个或多个参数对经量化和经压缩的数据集进行编码。2010的操作可以根据本文所公开的示例来

执行。在一些示例中,2010的操作的各方面可以由编码操作指示组件1425执行,如参考图14所描述的。

[0238] 在2015处,该方法可以包括从UE接收经压缩的数据集已经在量化操作之后基于一个或多个编码操作被编码之后的经编码、经量化和经压缩的数据集。2015的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,2015的操作的各方面可以由经编码的数据集接收组件1430执行,如参考图14所描述的。

[0239] 在2020处,该方法可以包括基于一个或多个编码操作对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码,以生成经压缩的数据集。2020的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,2020的操作的各方面可以由解码器组件1435执行,如参考图14所描述的。

[0240] 在2025处,该方法可以包括由神经网络基于对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码来对经压缩的数据集进行解码来生成数据集。2025的操作可以根据本文所公开的示例来执行。在一些示例中,2025的操作的各方面可以由神经网络解码器组件1440执行,如参考图14所描述的。

[0241] 以下提供了本公开的各方面的概述:

[0242] 方面1:一种用于在UE处进行无线通信的方法,该方法包括:接收用于编码经压缩的数据集的一个或多个编码操作的指示,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者;由神经网络对数据集进行编码以生成经压缩的数据集;量化由神经网络编码的经压缩的数据集;至少部分地基于接收到一个或多个编码操作的指示,对经量化和经压缩的数据集进行编码;以及在至少部分地基于一个或多个编码操作对经压缩的数据集进行编码之后,将经编码、经量化和经压缩的数据集发送到第二设备。

[0243] 方面2:根据方面1的方法,其中接收一个或多个编码操作的指示包括:接收对应于一个或多个编码操作的一个或多个参数,该一个或多个参数中的每一个对应于一个或多个编码操作的相应编码操作,其中至少部分地基于一个或多个参数对经量化和经压缩的数据集进行编码。

[0244] 方面3:根据方面1至2中任何一项的方法,其中对经量化和经压缩的数据集进行编码包括:在使用神经网络对数据集进行编码之后,使用差分编码操作对经量化和经压缩的数据集进行编码。

[0245] 方面4:根据方面1至3中任何一项的方法,其中对经量化和经压缩的数据集进行编码包括:在使用神经网络对数据集进行编码之后,使用熵编码操作对经量化和经压缩的数据集进行编码。

[0246] 方面5:根据方面1至4中任何一项的方法,其中对经量化和经压缩的数据集进行编码包括:在对由神经网络编码的经压缩的数据集进行量化之后,确定经量化和经压缩的数据集中的数据在初始时间实例处的第一值与在初始时间实例之后的第二时间实例处的数据的第二值之间的差分值,其中至少部分地基于一个或多个编码操作的指示来确定差分值,并且至少部分地基于差分值来编码经量化和经压缩的数据集。

[0247] 方面6:根据方面1至5中任何一项的方法,其中对经量化和经压缩的数据集进行编码包括:在对由神经网络编码的经压缩的数据集进行量化之后,确定经量化和经压缩的数据集中的数据在初始时间实例处的第一重构值与在初始时间实例之后的第二时间实例处

的数据的第二重构值之间的差分值,其中至少部分地基于一个或多个编码操作的指示来确定差分值,并且至少部分地基于差分值来编码经量化和经压缩的数据集。

[0248] 方面7:根据方面1至6中任何一项的方法,其中对经量化和经压缩的数据集进行编码包括:在对由神经网络编码的经压缩的数据集进行量化之后,确定经量化和经压缩的数据集中的数据在与对数据集进行编码相关联的初始时间实例处的初始重构值;以及在量化之后,确定在初始时间实例之后的附加时间实例处的数据的附加重构值与数据的初始重构值之间的差分值,其中至少部分地基于一个或多个编码操作的指示来确定差分值,并且至少部分地基于差分值来编码经量化和经压缩的数据集。

[0249] 方面8:根据方面1至7中任何一项的方法,其中差分编码操作包括至少部分地基于经压缩的数据集的一定量的数据的先前值对一定量的数据进行编码。

[0250] 方面9:根据方面1至8中任何一项的方法,其中熵编码操作包括使用一个或多个符号对经压缩的数据集进行编码,该一个或多个符号具有至少部分地基于符号出现的概率而变化的长度。

[0251] 方面10:一种用于在设备处进行无线通信的方法,该方法包括:向UE发送UE用于对经压缩的数据集进行编码的一个或多个编码操作的指示,该一个或多个编码操作包括差分编码操作或熵编码操作或两者;从UE接收经压缩的数据集已经在量化操作之后至少部分地基于一个或多个编码操作被编码之后的经编码、经量化和经压缩的数据集;至少部分地基于一个或多个编码操作,对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码以生成经压缩的数据集;以及由神经网络至少部分地基于对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码来对经压缩的数据集进行解码来生成数据集。

[0252] 方面11:根据方面10的方法,其中发送一个或多个编码操作的指示包括:发送对应于一个或多个编码操作的一个或多个参数,该一个或多个参数中的每一个对应于一个或多个编码操作的相应编码操作,其中至少部分地基于一个或多个参数对经量化和经压缩的数据集进行编码。

[0253] 方面12:根据方面10至11中任何一项的方法,其中对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码包括:在使用神经网络对数据集进行解码之前,使用差分解码操作对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码。

[0254] 方面13:根据方面10至12中任何一项的方法,其中对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码包括:在使用所述神经网络对数据集进行解码之前,使用熵解码操作对经编码、经量化和经压缩的数据集进行解码。

[0255] 方面14:根据方面10到13中任何一项的方法,其中接收经编码、经量化和经压缩的数据集包括:接收经编码、经量化和经压缩的数据集,该经编码、经量化和经压缩的数据集包括该数据集中的数据的至少部分地基于该数据的初始值的差分值。

[0256] 方面15:根据方面10到14中任何一项的方法,其中接收经编码、经量化和经压缩的数据集包括:接收经编码、经量化和经压缩的数据集,该经编码、经量化和经压缩的数据集包括该数据集中的数据的至少部分地基于该数据的先前重构值的差分值。

[0257] 方面16:根据方面10到15中任何一项的方法,其中接收经编码、经量化和经压缩的数据集包括:接收经编码、经量化和经压缩的数据集,该经编码、经量化和经压缩的数据集包括该数据集中的数据的至少部分地基于该数据的初始重构值的差分值。

[0258] 方面17:根据方面10至16中任何一项的方法,其中差分解码操作包括至少部分地基于经压缩的数据集的一定量的数据的先前值对一定量的数据进行编码。

[0259] 方面18:根据方面10至17中任何一项的方法,其中熵解码操作包括使用一个或多个符号对经压缩的数据集进行编码,该一个或多个符号具有至少部分地基于符号出现的概率而变化的长度。

[0260] 方面19:一种用于在UE处进行无线通信的装置,该装置包括处理器;与处理器耦合的存储器;以及存储在存储器中并可由处理器运行以使得装置执行方面1至9中任何一项的方法的指令。

[0261] 方面20:一种用于在UE处进行无线通信的装置,该装置包括用于执行方面1至9中任何一项的方法的至少一个部件。

[0262] 方面21:一种存储用于在UE处进行无线通信的代码的非暂时性计算机可读介质,该代码包括可由处理器运行以执行方面1至9中任何一项的方法的指令。

[0263] 方面22:一种用于在设备处进行无线通信的装置,该装置包括处理器;与处理器耦合的存储器;以及存储在存储器中并可由处理器运行以使得装置执行方面10至18中任何一项的方法的指令。

[0264] 方面23:一种用于在设备处进行无线通信的装置,该装置包括用于执行方面10至18中任何一项的方法的至少一个部件。

[0265] 方面24:一种存储用于在设备处进行无线通信的代码的非暂时性计算机可读介质,该代码包括可由处理器运行以执行方面10至18中任何一项的方法的指令。

[0266] 应当注意,本文描述的方法描述了可能的实施方式,并且操作和步骤可以被重新安排或修改,并且其他实施方式也是可能的。此外,可以组合两种或多种方法的各方面。

[0267] 尽管出于示例的目的可以描述LTE、LTE-A、LTE-A Pro或NR系统的各方面,并且在大部分描述中可以使用LTE、LTE-A、LTE-A Pro或NR术语,但是本文描述的技术适用于LTE、LTE-A、LTE-A Pro或NR网络之外。例如,所描述的技术可以适用于各种其他无线通信系统,例如超移动宽带(UMB)、电气和电子工程师协会(IEEE) 802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16(WiMAX)、IEEE 802.20、Flash-OFDM,以及这里没有明确提到的其他系统和无线电技术。

[0268] 本文描述的信息和信号可以使用各种不同的科技和技术中的任何一种来表示。例如,在整个说明书中引用的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和芯片可以由电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场或粒子或其任何组合来表示。

[0269] 有关本文公开内容描述的各种说明性的块和组件可以用通用处理器、DSP、ASIC、CPU、FPGA或其他可编程逻辑器件、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件或设计成执行本文描述的功能的任何组合来实施或执行。通用处理器可以是微处理器,但是可选地,该处理器可以是任何处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器也可以被实施为计算设备的组合(例如,DSP和微处理器的组合、多个微处理器、一个或多个微处理器与DSP内核的结合,或者任何其他这样的配置)。

[0270] 本文描述的功能可以在硬件、由处理器运行的软件、固件或其任何组合中来实施。如果在由处理器运行的软件中实施,这些功能可以作为计算机可读介质上的一个或多个指令或代码来存储或传输。其他示例和实施方式在本公开和所附权利要求的范围内。例如,由于软件的性质,这里描述的功能可以使用由处理器运行的软件、硬件、固件、硬接线或任何

这些的组合来实施。实施功能的特征也可以在物理上位于各种定位,包括被分布为使得部分功能在不同的物理位置实施。

[0271] 计算机可读介质包括非暂时性计算机存储介质和通信介质,其包括便于将计算机程序从一个地方转移到另一个地方的任何介质。非暂时性存储介质可以是可由通用或专用计算机访问的任何可用介质。作为示例,并且非限制,非暂时性计算机可读介质可以包括RAM、ROM、电可擦除可编程ROM(EEPROM)、闪存、压缩盘(CD)ROM或其他光盘存储器、磁盘存储器或其他磁存储设备,或者可以用于以指令或数据结构的形式携带或存储期望的程序代码部件并且可以由通用或专用计算机或通用或专用处理器访问的任何其他非暂时性介质。此外,任何连接都被恰当地称为计算机可读介质。例如,如果使用同轴电缆、光纤电缆、双绞线、数字用户线路(DSL)或诸如红外线、无线电和微波的无线技术从网站、服务器或其他远程源传输软件,则同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL或诸如红外线、无线电和微波的无线技术被包括在计算机可读介质的定义中。本文使用的磁盘和光盘包括CD、激光盘、光盘、数字多功能盘(DVD)、软盘和蓝光光盘,其中磁盘通常以磁性方式重现数据,而光盘用激光光学方式再现数据。上述的组合也被包括在计算机可读介质的范围内。

[0272] 如本文所使用的,包括在权利要求中,在项目列表中使用的“或”(例如,以短语诸如“至少一个”或“一个或多个”开头的项目列表)表示包含列表,使得例如A、B或C中的至少一个的列表意味着A或B或C或AB或AC或BC或ABC(即,A和B和C)。同样,如本文所使用的,短语“基于”不应被解释为是指一组封闭的条件。例如,描述为“基于条件A”的示例步骤可以基于条件A和条件B,而不脱离本公开的范围。换句话说,如本文所使用的,短语“基于”应当以与短语“至少部分地基于”相同的方式来解释。

[0273] 术语“确定”包含各种各样的动作,因此,“确定”可以包括计算、运算、处理、推导、调查、查找(例如通过在表、数据库或另一数据结构中查找)、确认等。此外,“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”可以包括解决、选择、(choosing没有翻译)建立和其他这样类似的动作。

[0274] 在附图中,相似的组件或特征可能具有相同的参考标记。此外,相同类型的各种组件可以通过在参考标记后面用破折号和区分相似组件的第二标记来进行区分。如果说明书中仅使用了第一参考标记,则该描述适用于具有相同第一参考标记的任何一个相似部件,而不管第二参考标记或其他后续参考标记如何。

[0275] 本文结合附图阐述的描述描述了示例配置,并且不表示可以实施的或在权利要求范围内的所有示例。本文使用的术语“示例”意味着“用作示例、实例或说明”,而不是“优选的”或“优于其他示例”。详细描述包括特定细节,目的是提供对所描述的技术的理解。然而,这些技术可以在没有这些特定细节的情况下实行。在一些情况下,已知的结构和设备以框图形式示出,以避免模糊所描述的示例的概念。

[0276] 本文提供的描述是为了使本领域普通技术人员能够制作或使用本公开。对本公开的各种修改对于本领域普通技术人员来说将是显而易见的,并且在不脱离本公开的范围的情况下,本文定义的一般原理可以应用于其他变体。因此,本公开不限于本文描述的示例和设计,而是符合与本文公开的原理和新颖特征一致的最广泛的范围。

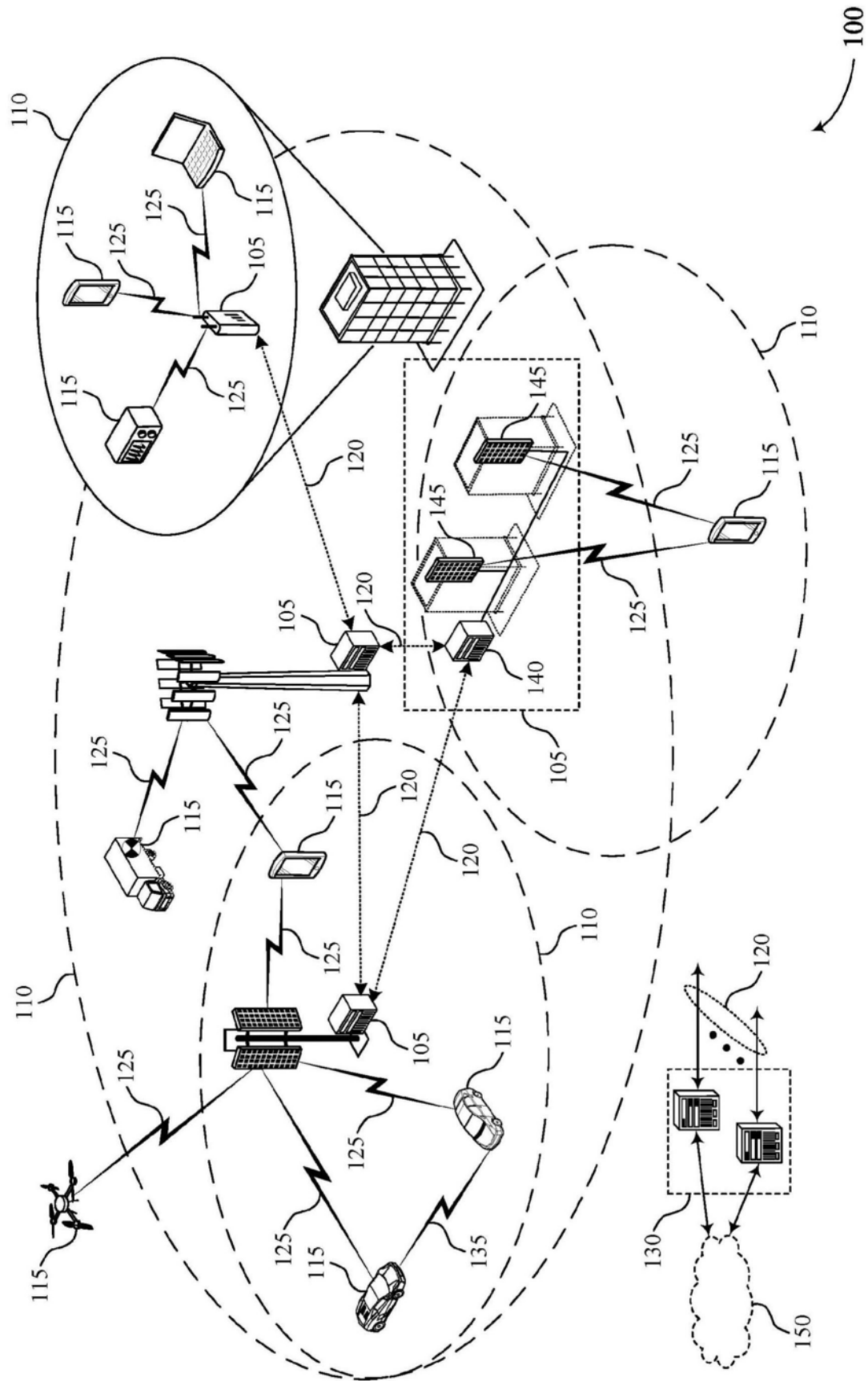


图1

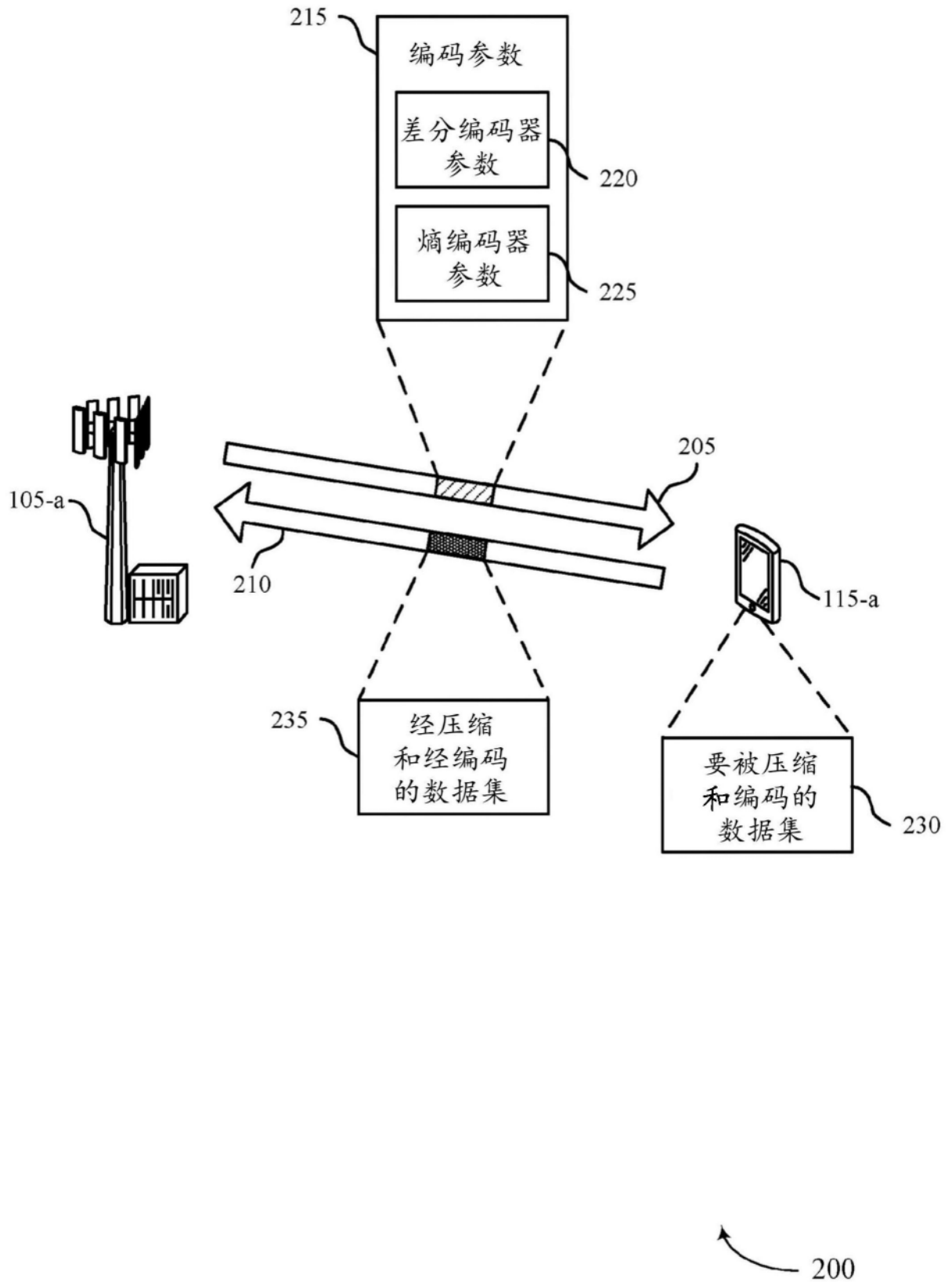


图2

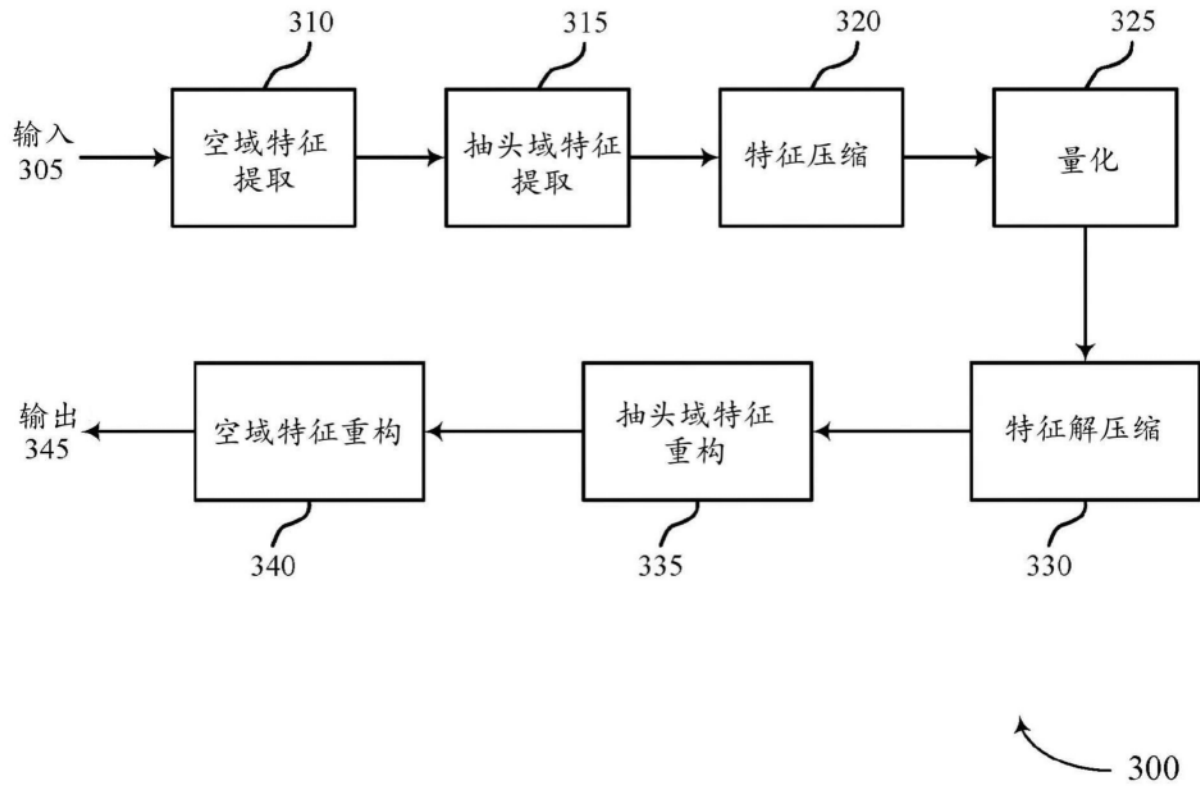


图3A

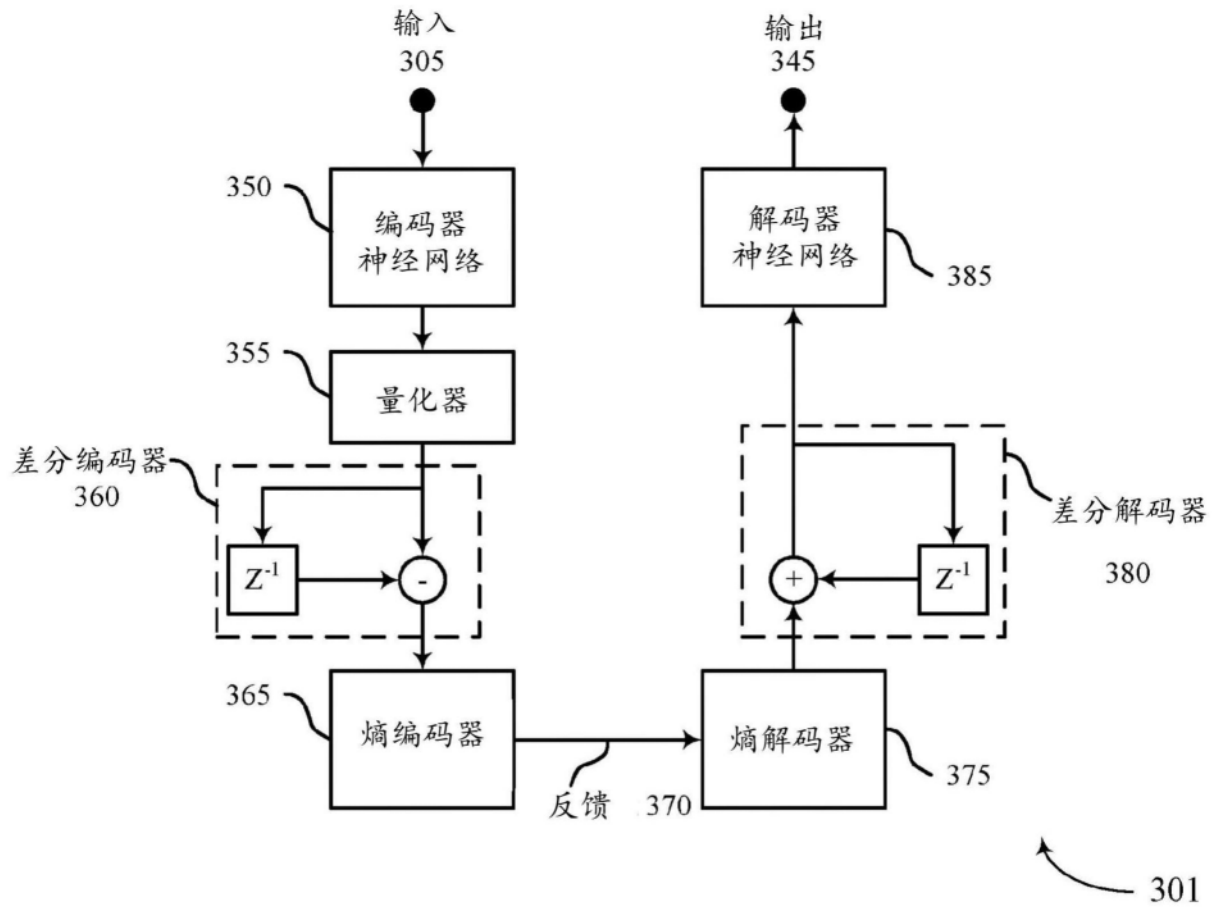


图3B

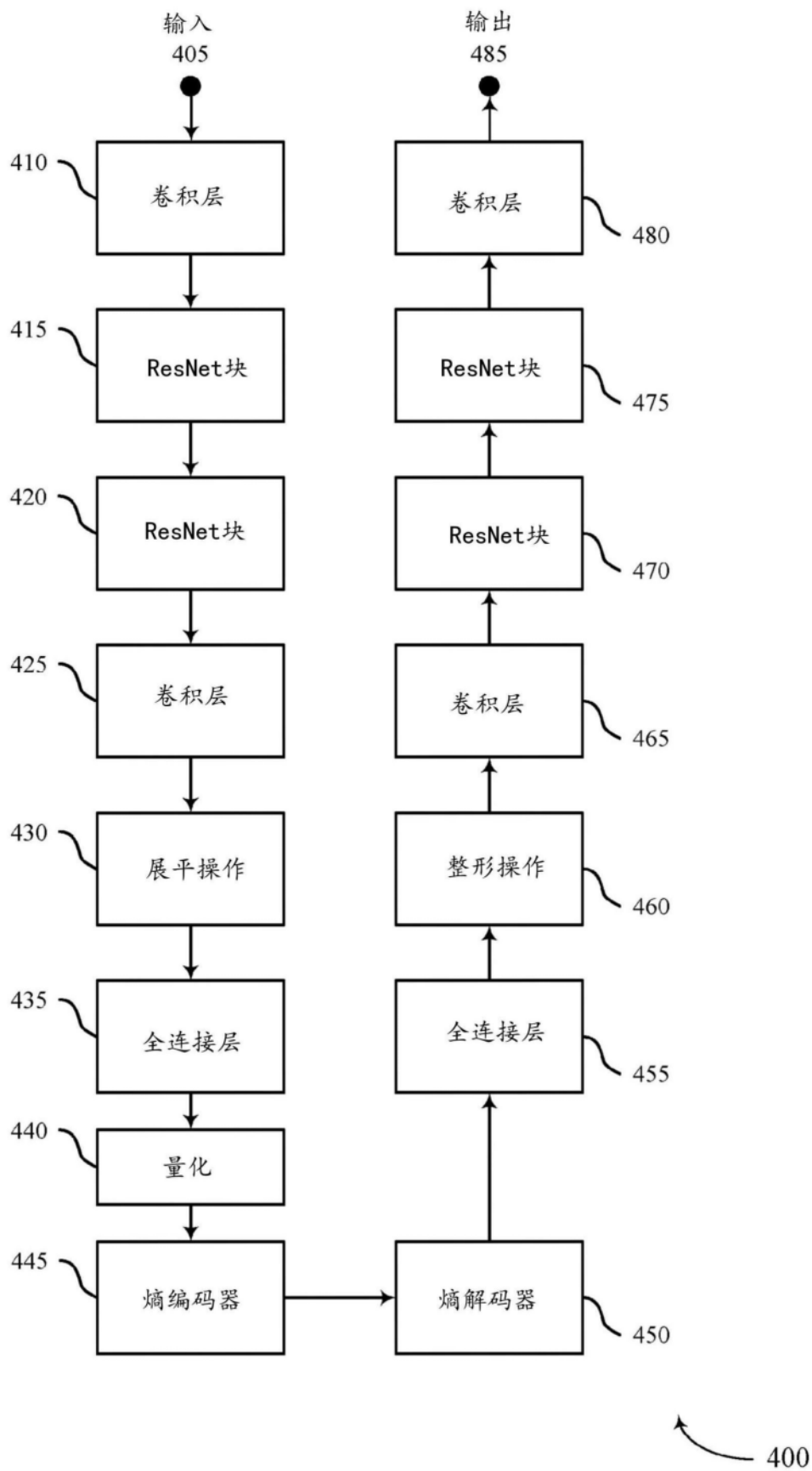


图4

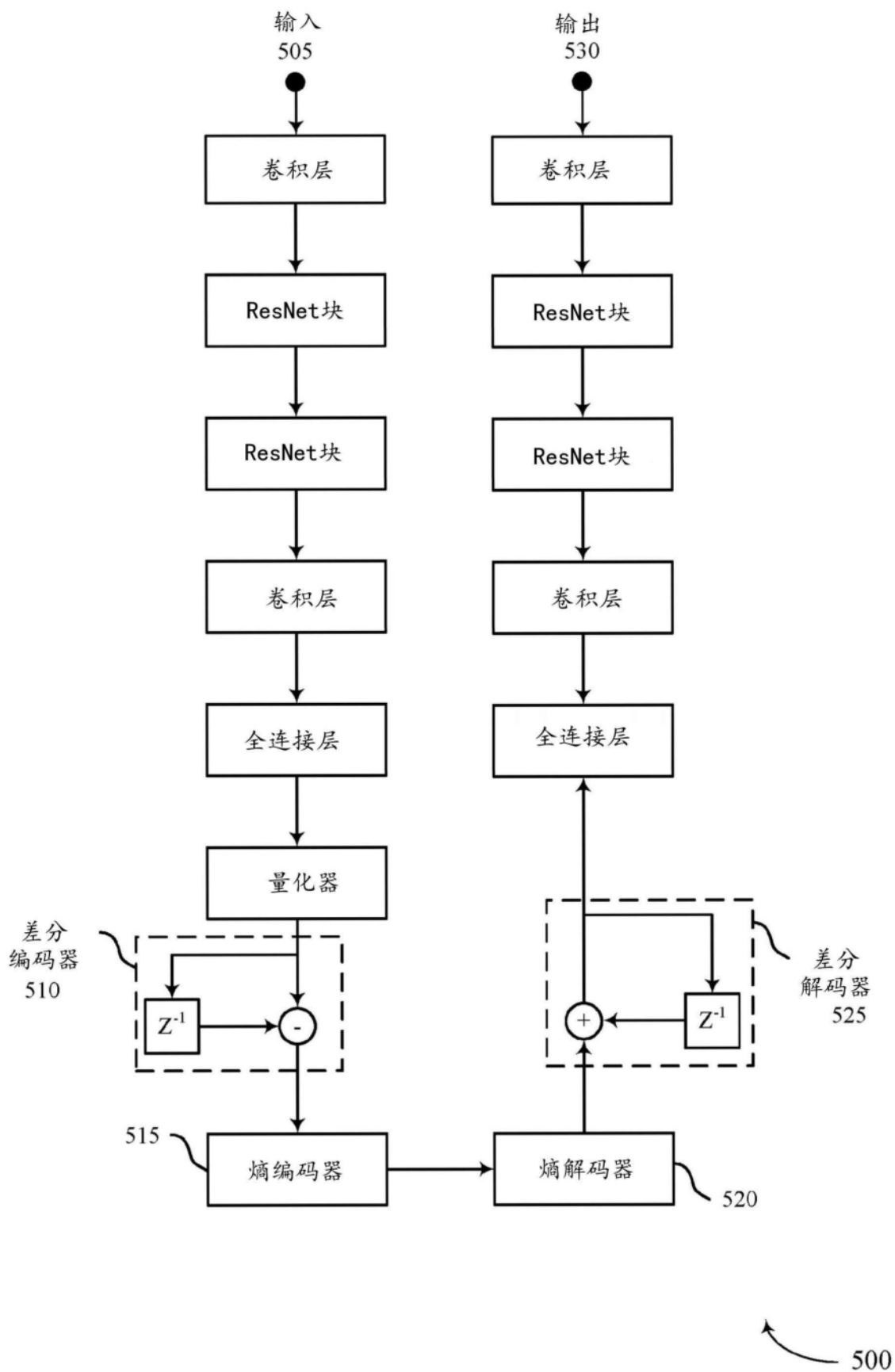


图5

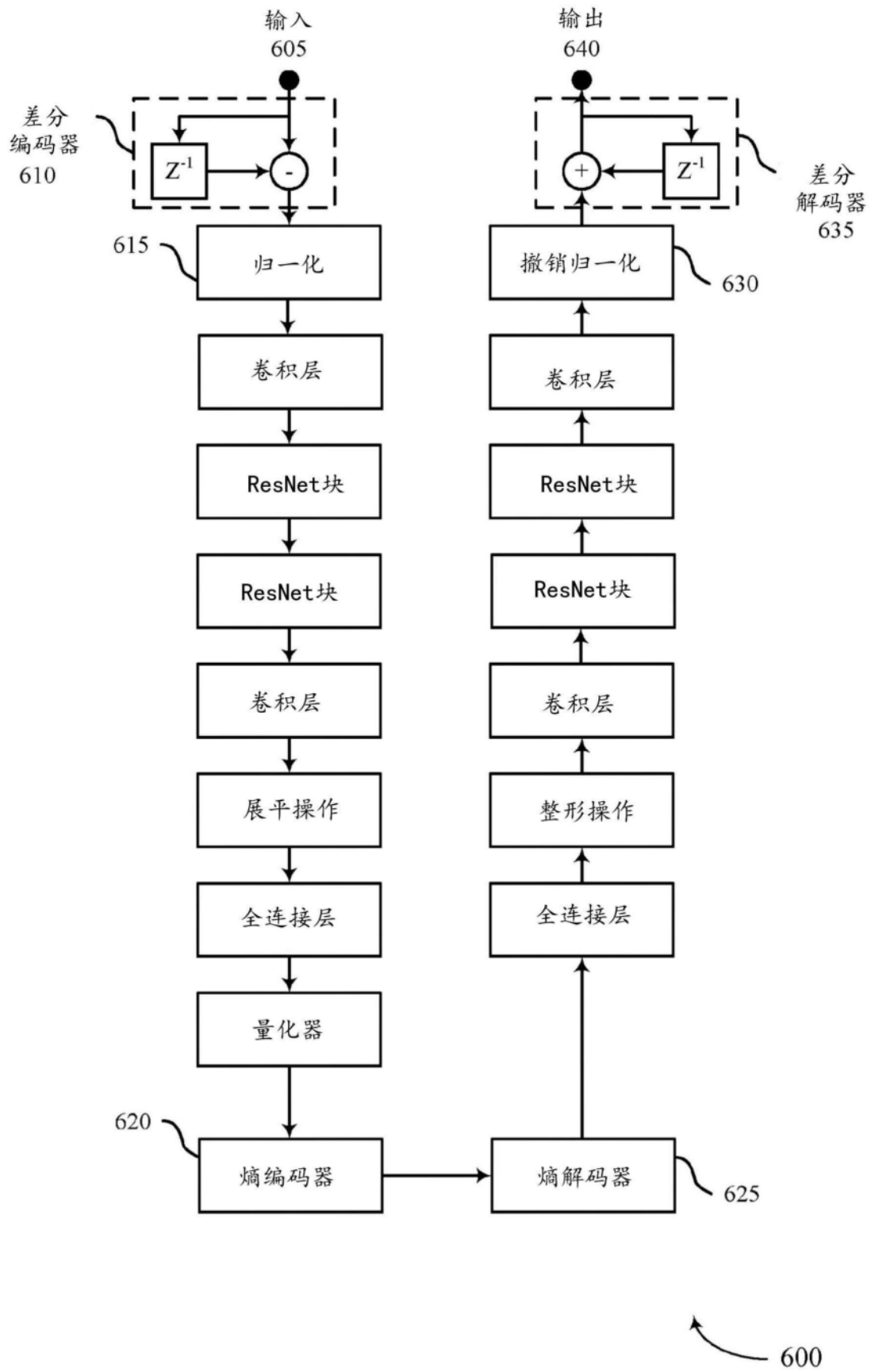


图6

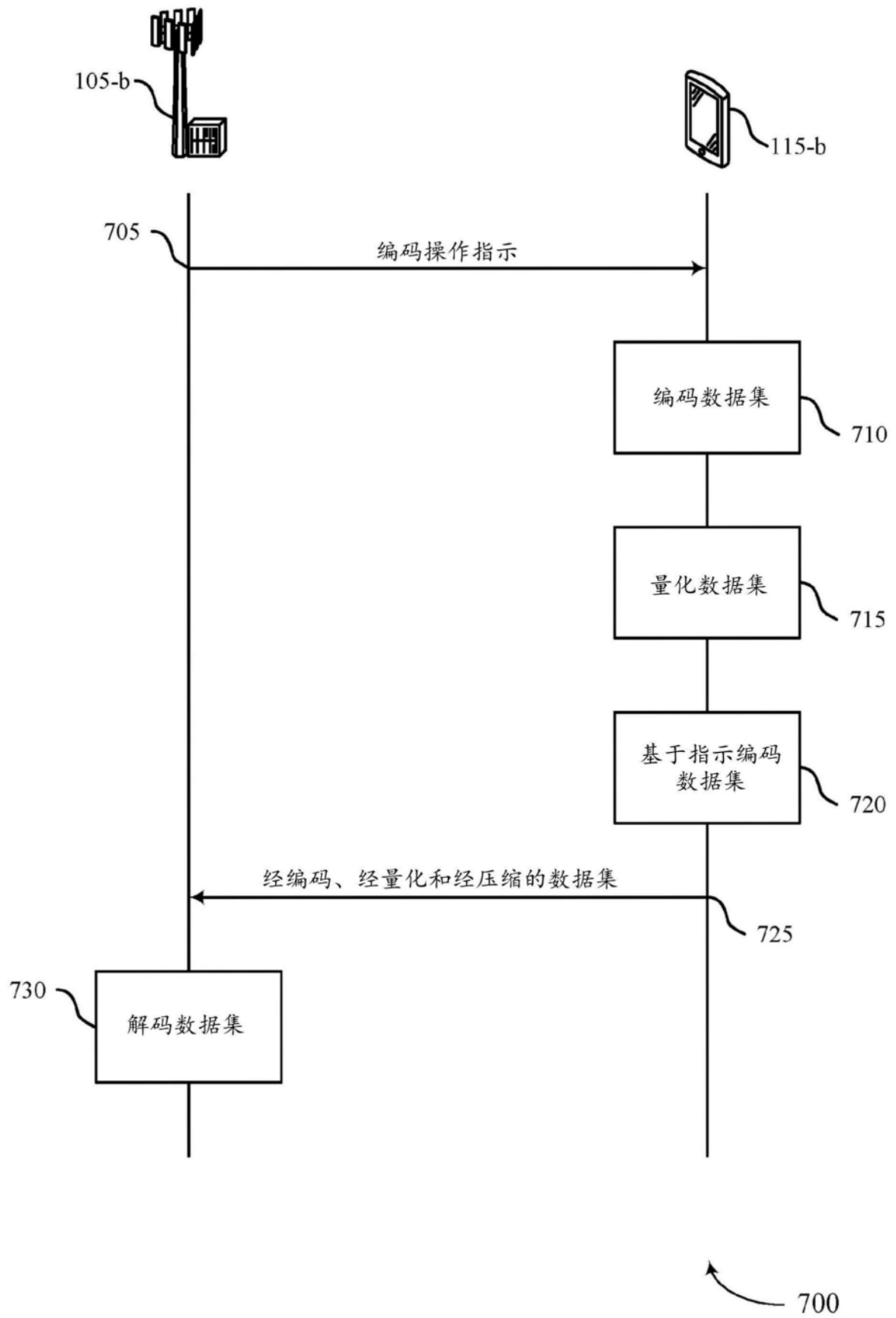


图7

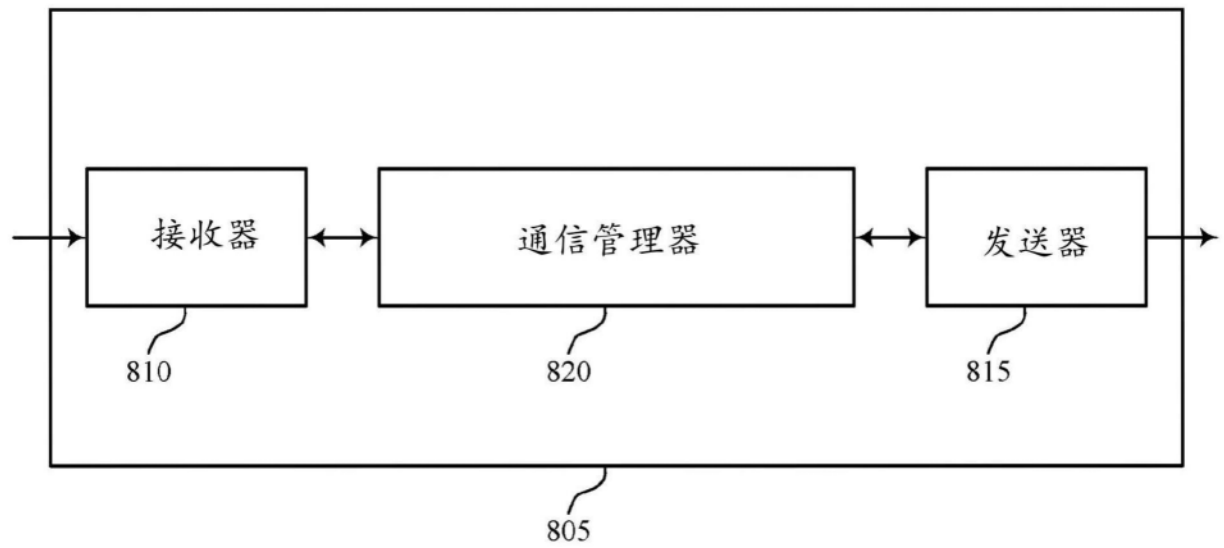


图8

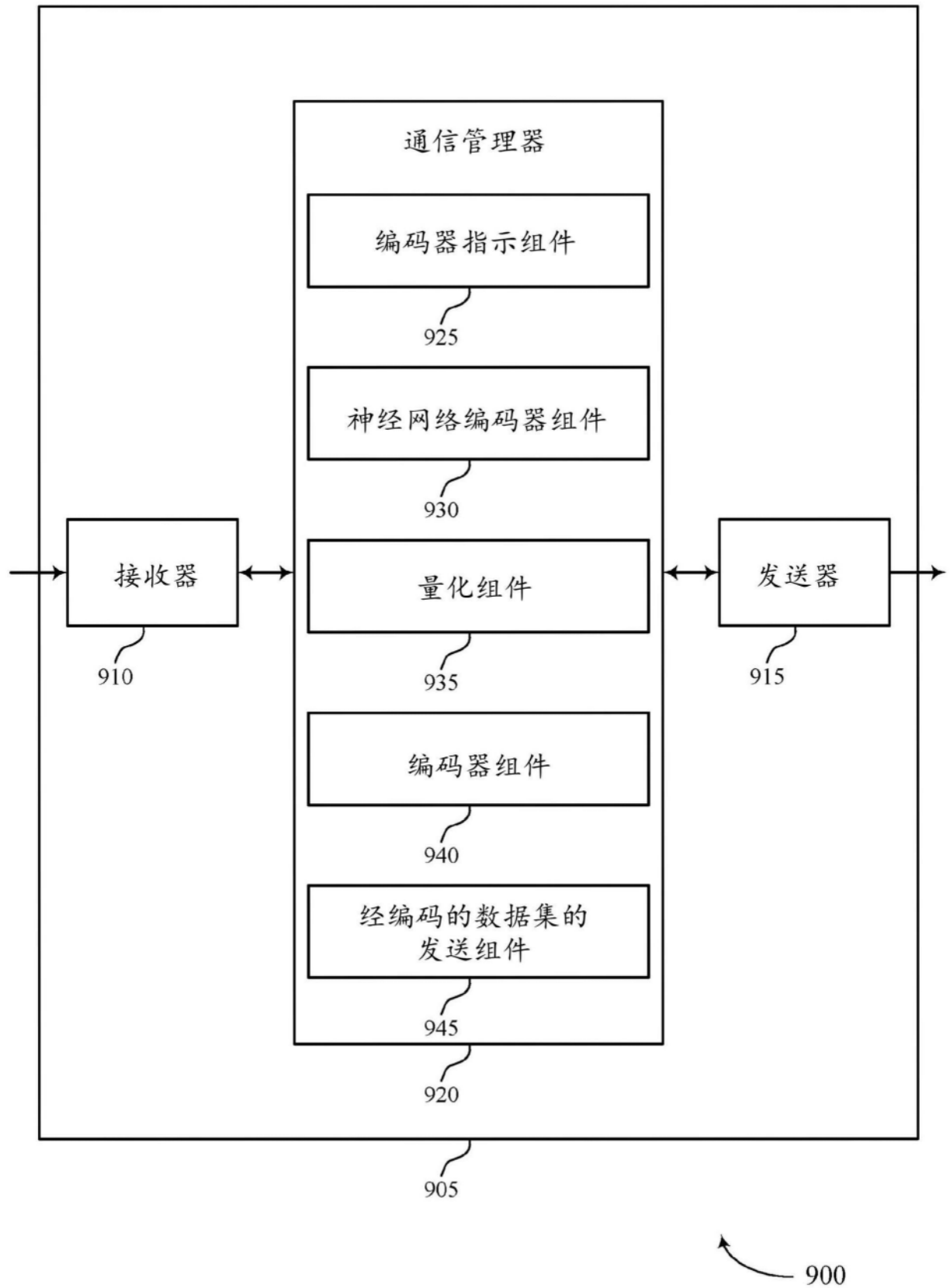


图9

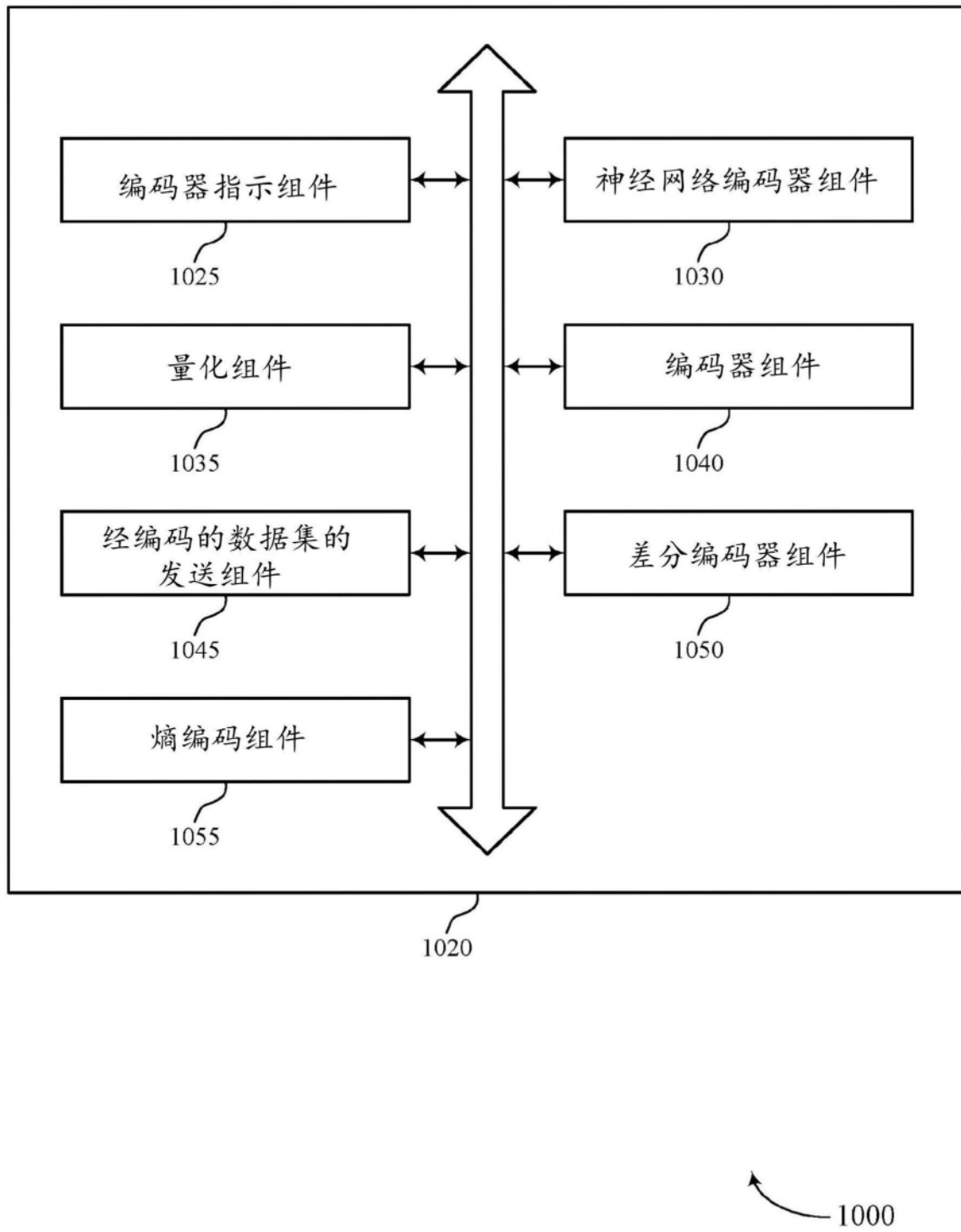


图10

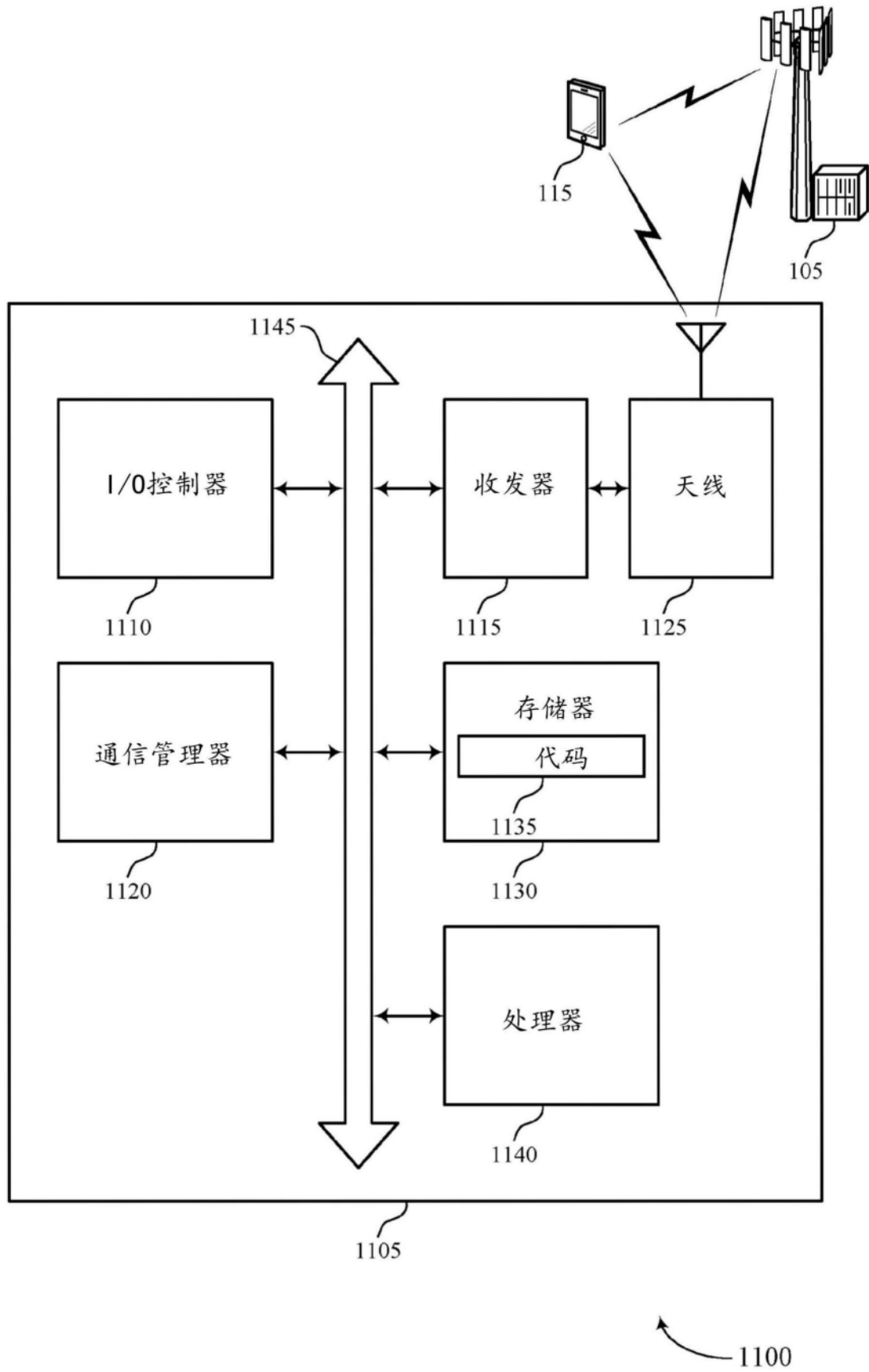


图11

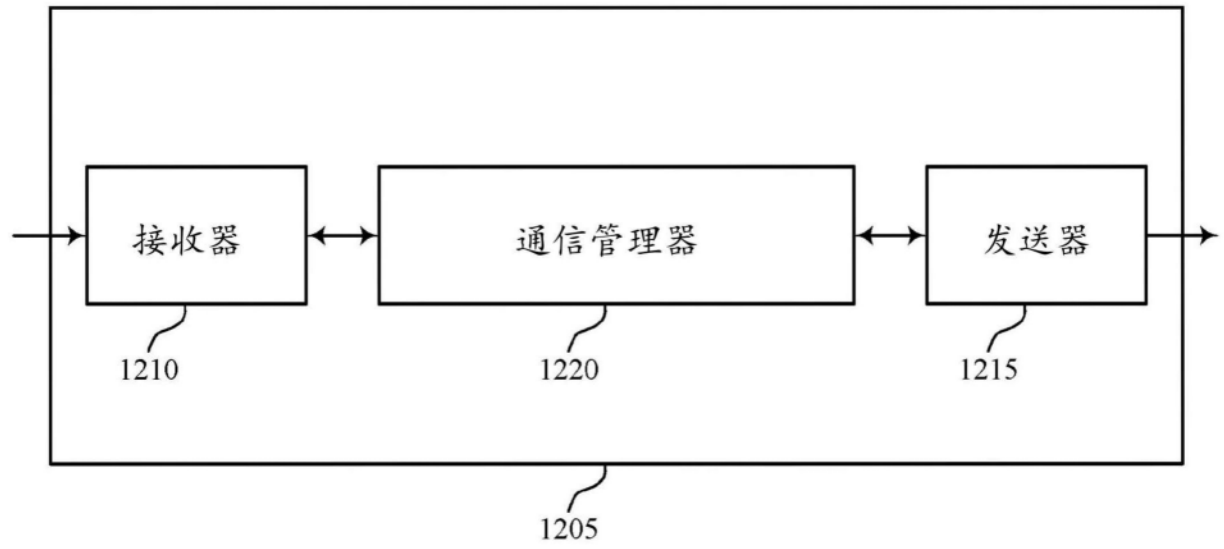


图12

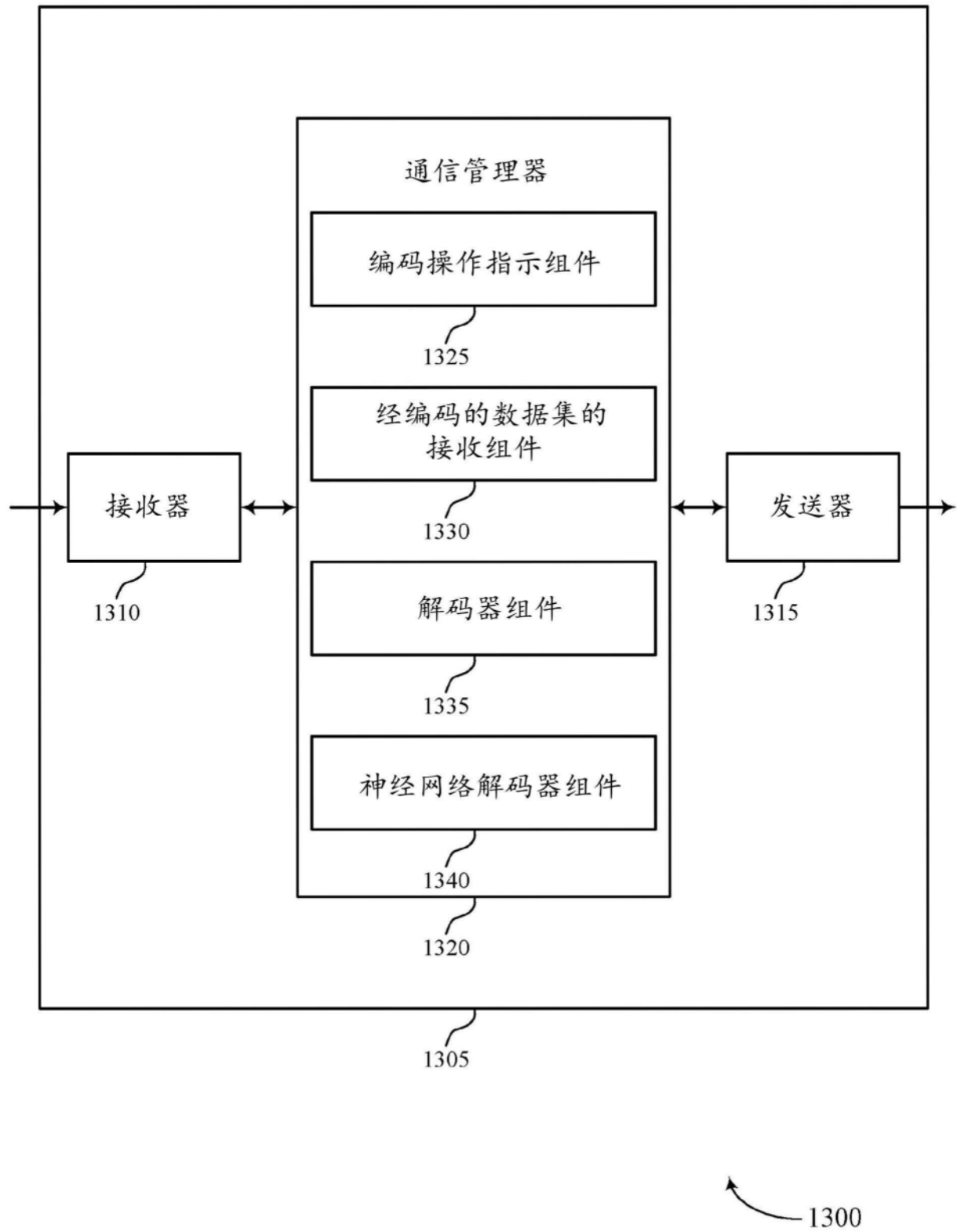


图13

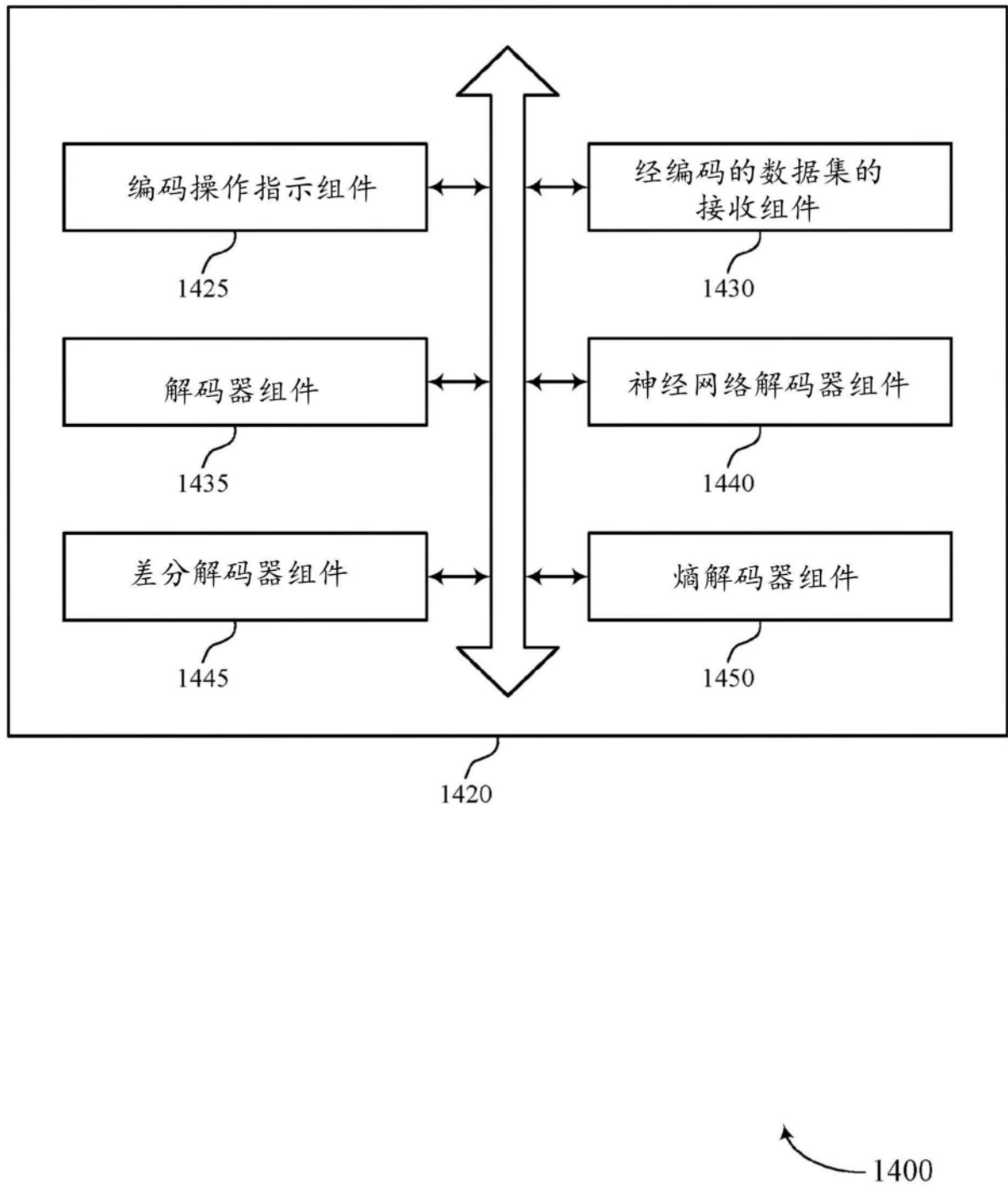


图14

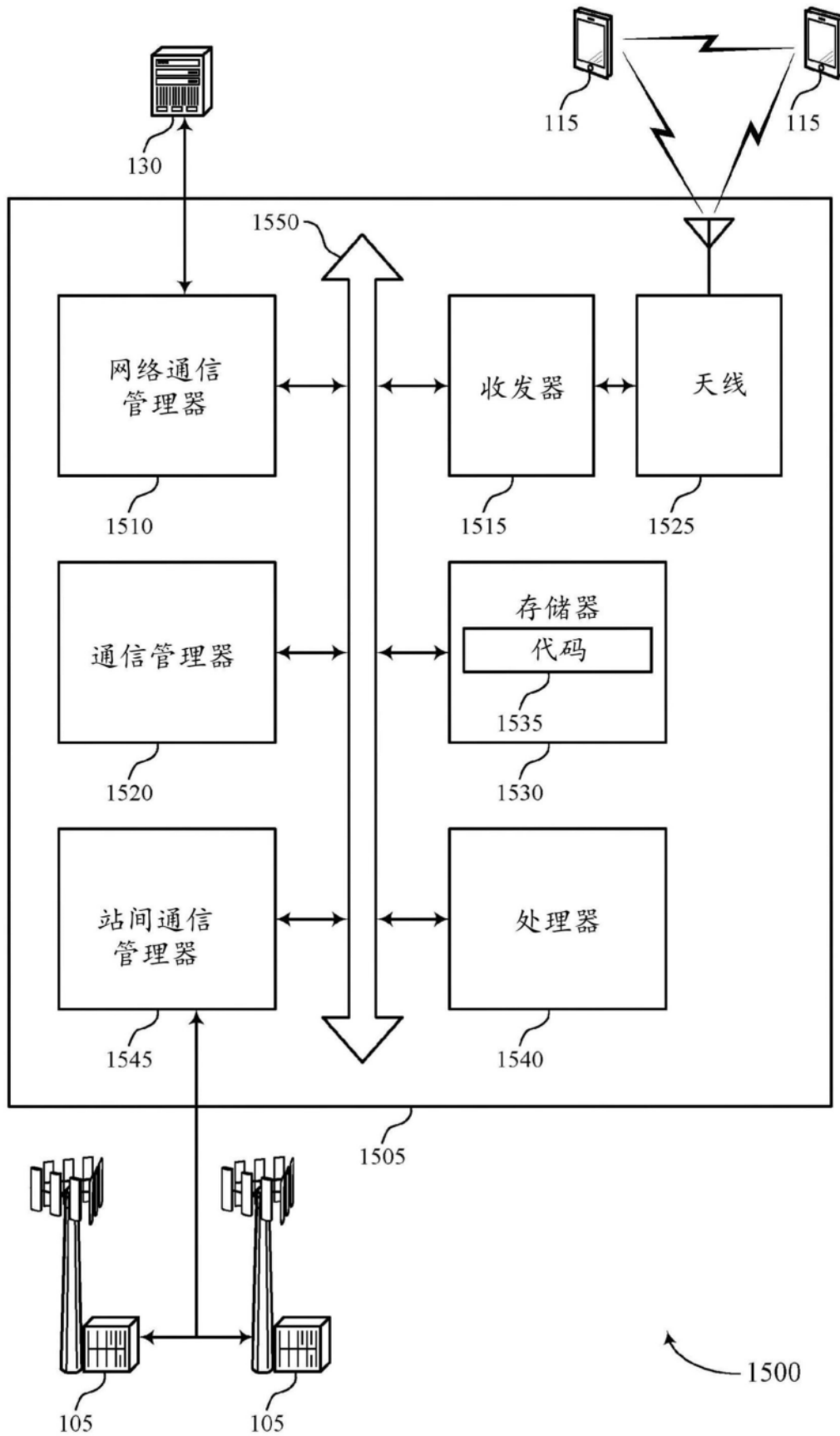


图15

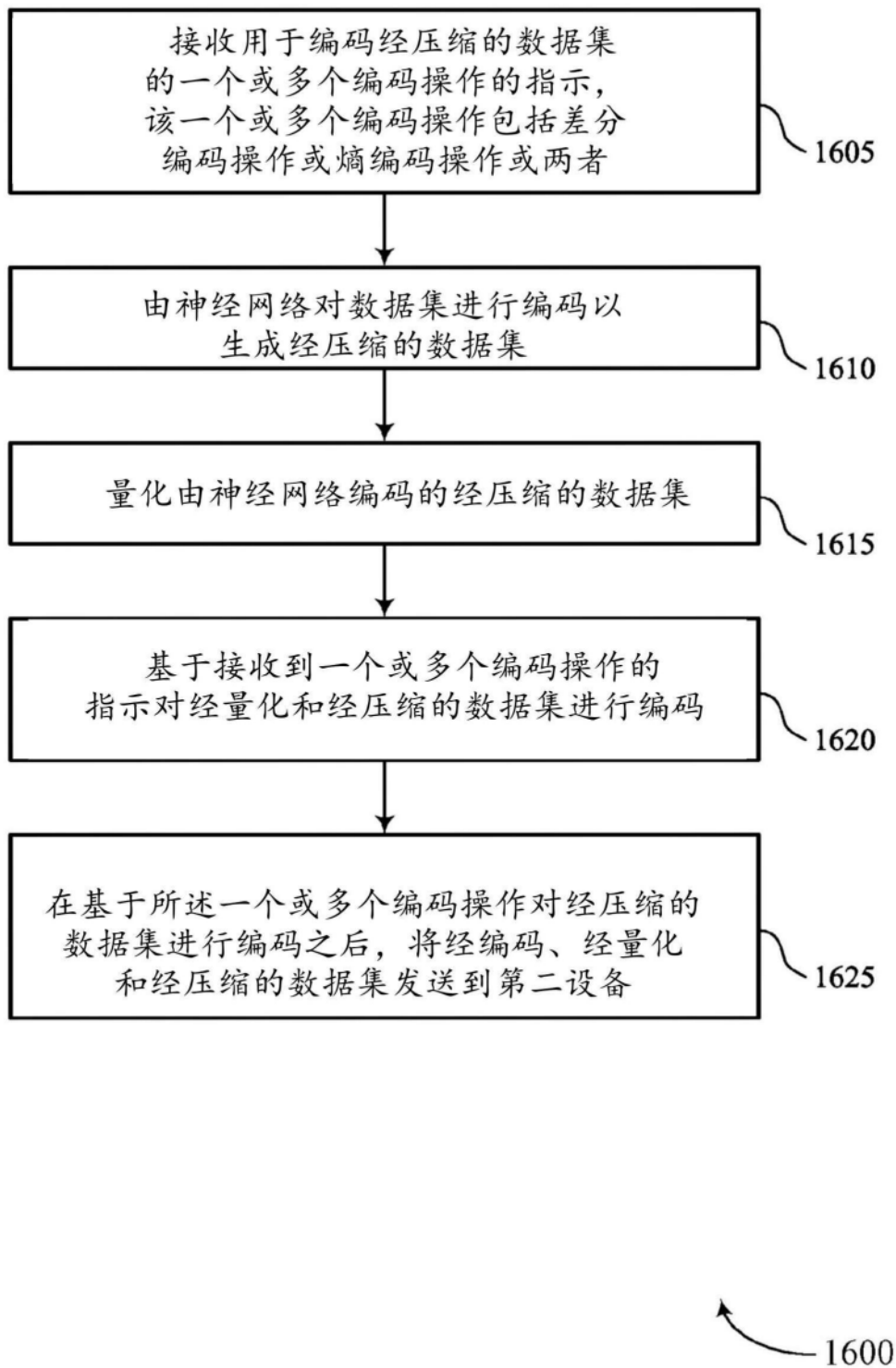


图16

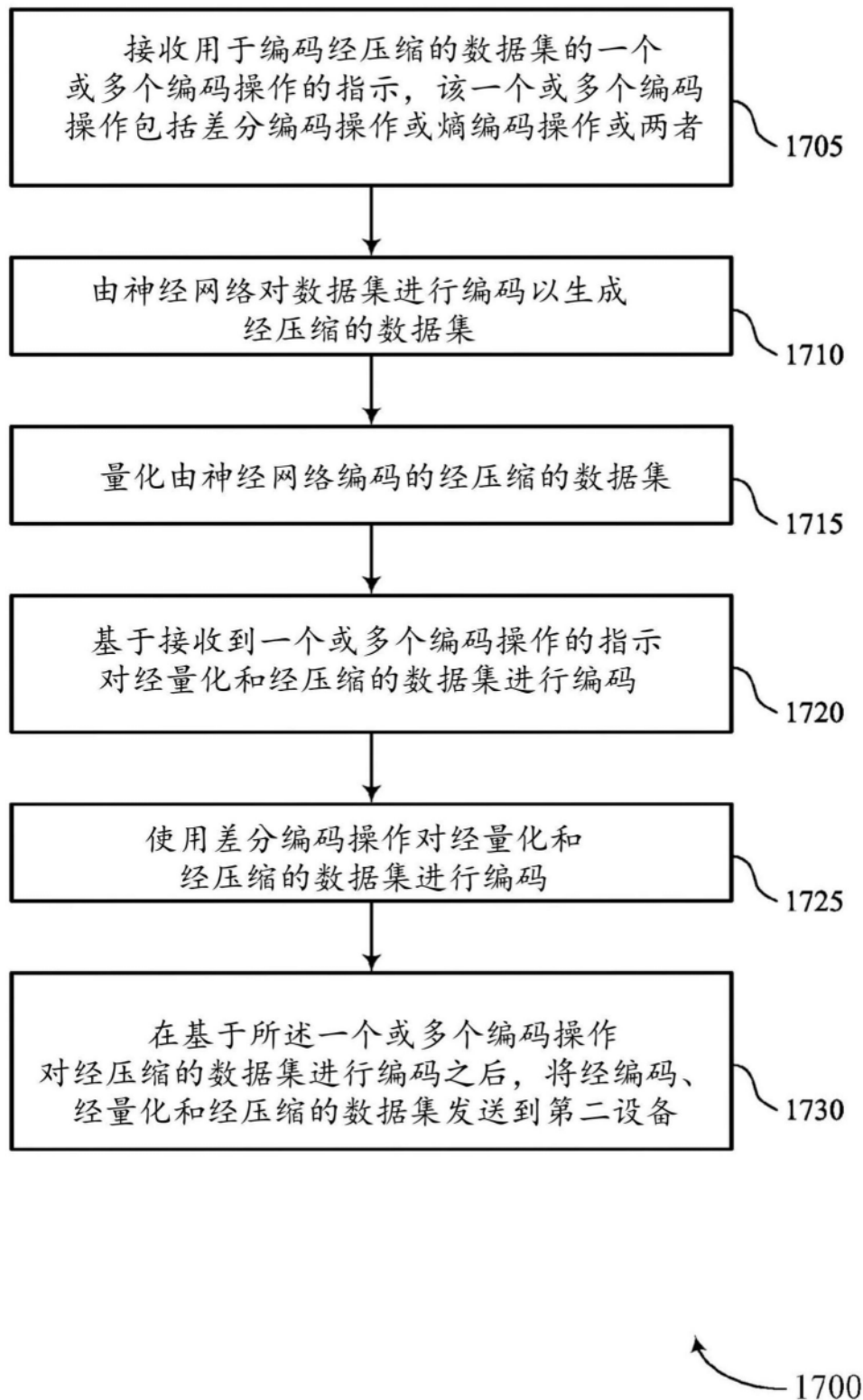


图17

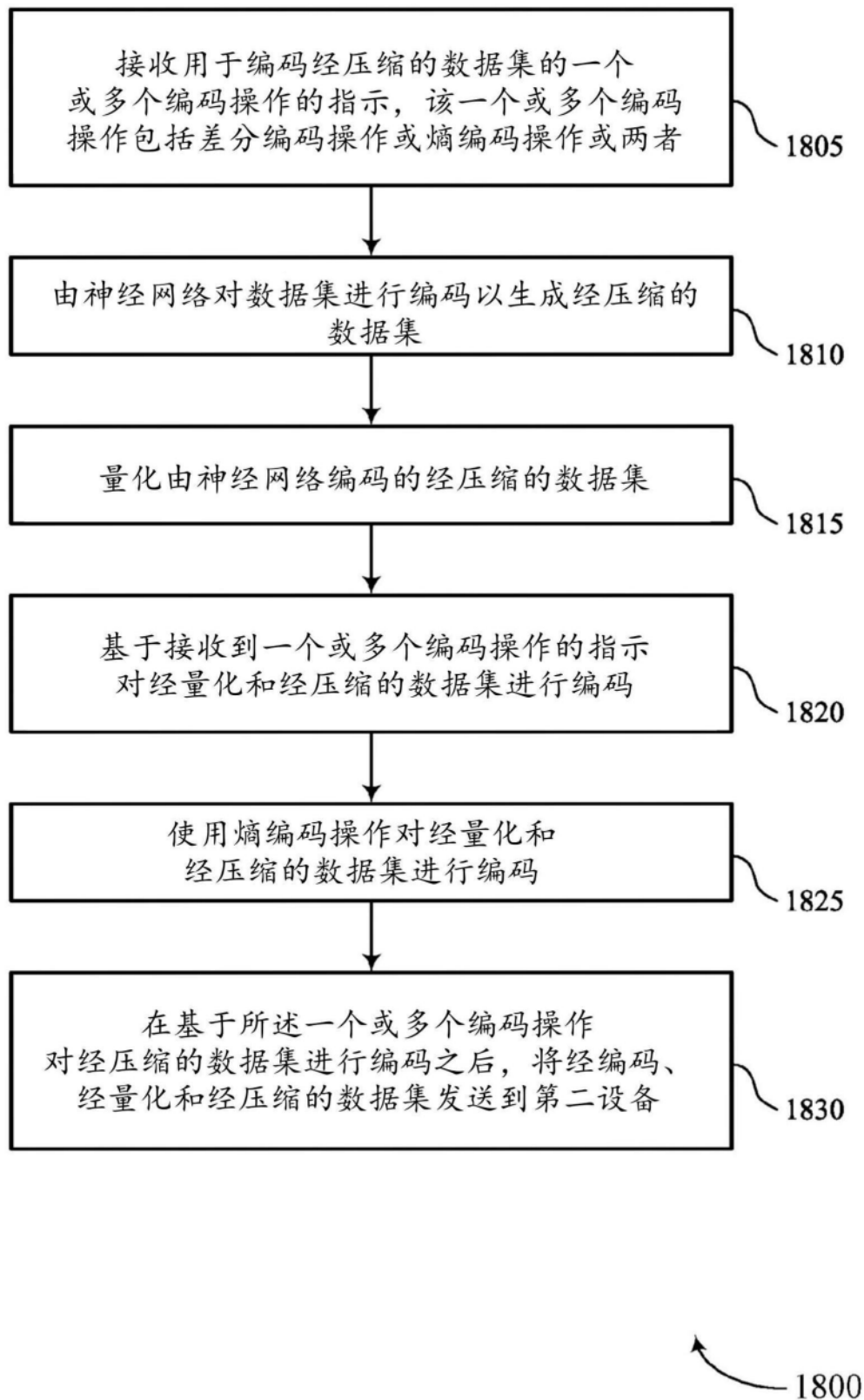


图18

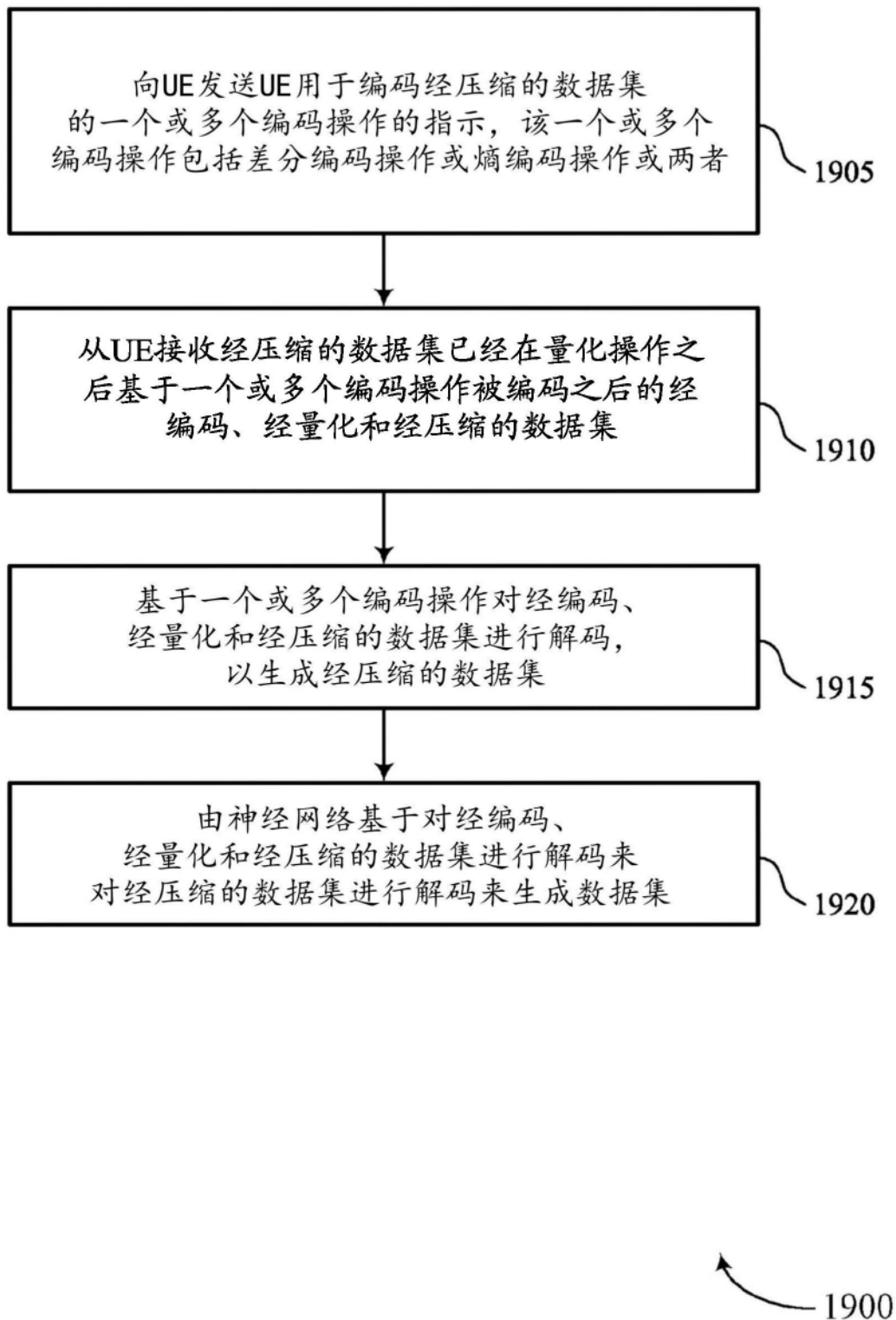


图19

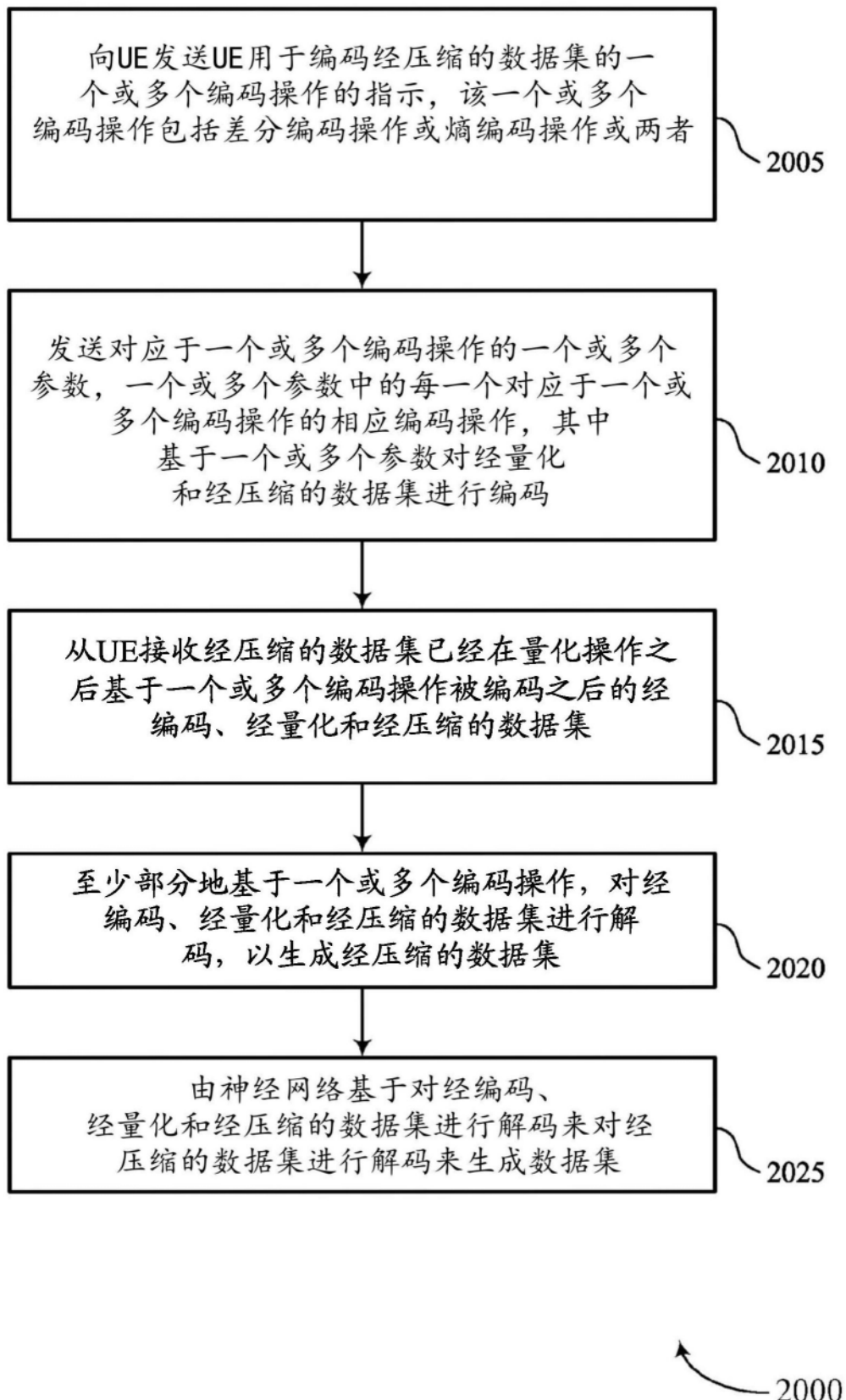


图20