(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2024 年 2 月 15 日 (15.02.2024)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2024/032701 A1

(51) 国际专利分类号:
H04B 7/06 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/112162

(22) 国际申请日: 2023 年 8 月 10 日 (10.08.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202210969110.3 2022年8月12日 (12.08.2022) CN

(71) 申请人: 大唐移动通信设备有限公司 (**DATANG MOBILE COMMUNICATIONS EQUIPMENT CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国北京市海淀区上地东路5号院1号楼1层, Beijing 100085 (CN)。

(72) 发明人: 金立强 (**JIN, Liqiang**); 中国北京市海淀区上地东路5号院1号楼1层, Beijing 100085 (CN)。黄秋萍 (**HUANG, Qiuping**); 中国北京市海淀区上地东路5号院1号楼1层, Beijing 100085 (CN)。高秋彬 (**GAO, Qiubin**); 中国北京市海淀区上地东路5号院1号楼1层, Beijing 100085 (CN)。费永强 (**FEI, Yongqiang**); 中国北京市海淀区上地东路5号院1号楼1层, Beijing 100085 (CN)。

(74) 代理人: 北京路浩知识产权代理有限公司 (**CN-KNOWHOW INTELLECTUAL PROPERTY AGENT LIMITED**); 中国北京市丰台区万丰路68

(54) **Title:** CHANNEL STATE INFORMATION PROCESSING METHOD AND APPARATUS

(54) 发明名称: 信道状态信息处理方法及装置

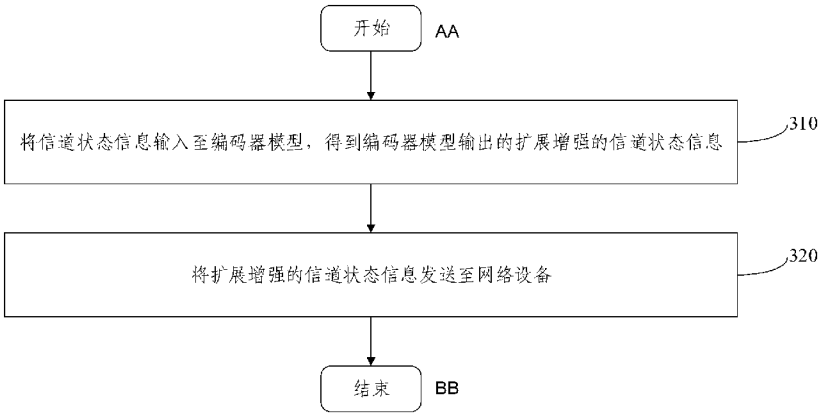


图 3

310 Input channel state information into an encoder model, so as to obtain extended and enhanced channel state information output by the encoder model
320 Send the extended and enhanced channel state information to a network device
AA Start
BB End

(57) **Abstract:** The present disclosure relates to the field of communications. Provided are a channel state information processing method and apparatus. The method comprises: inputting channel state information into an encoder model, so as to obtain extended and enhanced channel state information output by the encoder model; and sending the extended and enhanced channel state information to a network device, wherein the encoder model comprises an encoder and a channel state information extension and enhancement module, which is cascaded with the encoder.

(57) 摘要: 本公开涉及通信领域，提供一种信道状态信息处理方法及装置。所述方法包括：将信道状态信息输入至编码器模型，得到编码器模型输出的扩展增强的信道状态信息；将所述扩展增强的信道状态信息发送至网络设备；其中，所述编码器模型包括编码器，以及与所述编码器级联的信道状态信息扩展增强模块。

WO 2024/032701 A1

[见续页]

号院和谐广场西侧写字楼21层21009号, Beijing 100161 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

信道状态信息处理方法及装置

相关申请的交叉引用

本申请要求于2022年08月12日提交的申请号为202210969110.3，发明名称为“信道状态信息处理方法及装置”的中国专利申请的优先权，其通过引用方式全部并入本文。

技术领域

本公开涉及通信技术领域，尤其涉及一种信道状态信息处理方法及装置。

背景技术

目前，基于人工智能（Artificial Intelligence，AI）的信道状态信息（Channel State Information，CSI）压缩反馈方案通常在给定反馈开销、多输入多输出（Multiple-Input Multiple-Output，MIMO）层数、MIMO端口数，子带数下设计AI模型。

当存在多种网络配置参数时，相关方案需要训练多套AI模型，这会增加AI模型的训练复杂度和AI模型的存储开销。以8种反馈开销，4层MIMO，8种端口为例，网络层和终端需要针对 $8\times4\times8=256$ 种参数配置分别训练和部署一个AI模型，这给模型的训练和存储带来了极大挑战。

发明内容

本公开实施例提供一种信道状态信息处理方法及装置，用以解决现有技术中对于信道状态信息处理需要部署大量AI模型，造成模型训练和部署浪费大量资源的缺陷，实现降低AI模型训练的复杂度并节约AI模型的部署资源的目的。

第一方面，本公开实施例提供一种信道状态信息处理方法，应用于终端，所述方法包括：

将信道状态信息输入至编码器模型，得到所述编码器模型输出的扩展增强的信道状态信息；

将所述扩展增强的信道状态信息发送至网络设备;

其中，所述编码器模型包括编码器，以及与所述编码器级联的信道状态信息扩展增强模块。

在一个实施例中，所述信道状态信息扩展增强模块包括下采样模块;

所述下采样模块级联于所述编码器的输出侧，用于对所述信道状态信息的反馈开销进行压缩，得到压缩后的反馈开销;

所述扩展增强的信道状态信息包括所述压缩后的反馈开销。

在一个实施例中，所述信道状态信息扩展增强模块包括预变换模块;

所述预变换模块级联于所述编码器的输入侧，用于执行以下至少一项:

调整不同多入多输出 MIMO 层的信道状态信息的概率分布，得到概率分布和维度统一的不同 MIMO 层的信道状态信息;

调整不同 MIMO 端口的信道状态信息的概率分布和/或维度，得到概率分布和维度统一的不同 MIMO 端口的信道状态信息;

所述扩展增强的信道状态信息包括所述概率分布和维度统一的不同 MIMO 层和/或不同 MIMO 端口的信道状态信息。

在一个实施例中，所述信道状态信息扩展增强模块包括子带填充模块;

所述子带填充模块级联于所述编码器的输入侧，用于对所述信道状态信息的子带数进行填充，得到子带填充后的信道状态信息;

所述扩展增强的信道状态信息包括所述子带填充后的信道状态信息。

在一个实施例中，所述下采样模块包括以下任一项配置:

所述下采样模块为池化层;

所述下采样模块为输入维度大于输出维度的全连接层;

所述下采样模块为卷积下采样层。

在一个实施例中，所述下采样模块的输出维度是基于所述反馈开销的种类以及预定的量化比特数确定的。

在一个实施例中，所述预变换模块包括以下任一项配置:

所述预变换模块为恒等变换层;

所述预变换模块在空域和频域分别采用一个全连接层;

所述预变换模块在空域和频域采用一个 2 维卷积层；

所述预变换模块在空域和频域合并维度，采用一个全连接层；

所述预变换模块在空域和频域合并维度，采用一个 1 维卷积层；

所述预变换模块在空域采用一个全连接层；

所述预变换模块在空域采用一个 1 维卷积层。

在一个实施例中，所述子带填充模块具体用于：

在所述信道状态信息的子带数与所述编码器模型的输入子带数的余数大于 0 的情况下，基于所述编码器模型的输入子带数对所述信道状态信息的子带进行分组；

对所述信道状态信息的子带数小于所述编码器模型的输入子带数的目标分组中的子带进行周期循环填充，直到所述目标分组中的子带数量等于所述编码器模型的输入子带数；

所述周期循环填充包括：根据分组中各子带的排列顺序，依次复制各子带。

第二方面，本公开实施例还提供一种信道状态信息处理方法，应用于网络设备，所述方法包括：

接收终端发送的扩展增强的信道状态信息；

将所述扩展增强的信道状态信息输入至解码器模型，得到所述解码器模型输出的还原信道状态信息；

其中，所述解码器模型包括解码器，以及与所述解码器级联的信道状态信息还原模块。

在一个实施例中，所述扩展增强的信道状态信息包括压缩后的反馈开销；所述信道状态信息还原模块包括上采样模块；

所述上采样模块级联于所述解码器的输入侧，用于对所述压缩后的反馈开销进行还原，得到还原的反馈开销。

在一个实施例中，所述扩展增强的信道状态信息包括概率分布和维度统一的不同多输入多输出 MIMO 层和/或不同 MIMO 端口的信道状态信息；所述信道状态信息还原模块包括变换模块；

所述变换模块级联于所述解码器的输出侧，用于执行以下至少一项：

对所述概率分布和维度统一的不同MIMO层的信道状态信息进行概率分布还原，得到原始概率分布的不同MIMO层的信道状态信息；

对所述概率分布和维度统一的不同MIMO端口的信道状态信息进行概率分布和维度还原，得到原始概率分布和维度的不同MIMO端口的信道状态信息。

在一个实施例中，所述扩展增强的信道状态信息包括子带填充后的信道状态信息；所述信道状态信息还原模块包括子带裁剪模块；

所述子带裁剪模块级联于所述解码器的输出侧，用于对子带填充后的信道状态信息进行裁剪和/或合并，得到原始子带数量的信道状态信息。

在一个实施例中，所述上采样模块包括以下任一项配置：

所述上采样模块为邻近插值层；

所述上采样模块为输入维度小于输出维度的全连接层；

所述上采样模块为转置卷积上采样层。

在一个实施例中，所述上采样模块的输入维度是基于所述反馈开销的种类以及预定的量化比特数确定的。

在一个实施例中，所述变换模块包括以下任一项配置：

所述变换模块为恒等变换层；

所述变换模块在空域和频域分别采用一个全连接层；

所述变换模块在空域和频域采用一个2维转置卷积层；

所述变换模块在空域和频域合并维度，采用一个全连接层；

所述变换模块在空域和频域合并维度，采用一个1维卷积层；

所述变换模块在空域采用一个全连接层；

所述变换模块在空域采用一个1维卷积层。

在一个实施例中，所述子带裁剪模块具体用于：

对进行过子带周期循环填充的子带分组中的子带进行裁剪和/或合并。

第三方面，本公开实施例还提供一种终端，包括存储器，收发机，处理器：

存储器，用于存储计算机程序；收发机，用于在所述处理器的控制下收发数据；处理器，用于读取所述存储器中的计算机程序并执行以下操作：

将信道状态信息输入至编码器模型，得到所述编码器模型输出的扩展增强的信道状态信息；

将所述扩展增强的信道状态信息发送至网络设备；

其中，所述编码器模型包括编码器，以及与所述编码器级联的信道状态信息扩展增强模块。

在一个实施例中，所述信道状态信息扩展增强模块包括下采样模块；

所述下采样模块级联于所述编码器的输出侧，用于对所述信道状态信息的反馈开销进行压缩，得到压缩后的反馈开销；

所述扩展增强的信道状态信息包括所述压缩后的反馈开销。

在一个实施例中，所述信道状态信息扩展增强模块包括预变换模块；

所述预变换模块级联于所述编码器的输入侧，用于执行以下至少一项：

调整不同多入多输出MIMO层的信道状态信息的概率分布，得到概率分布和维度统一的不同MIMO层的信道状态信息；

调整不同MIMO端口的信道状态信息的概率分布和/或维度，得到概率分布和维度统一的不同MIMO端口的信道状态信息；

所述扩展增强的信道状态信息包括所述概率分布和维度统一的不同MIMO层和/或不同MIMO端口的信道状态信息。

在一个实施例中，所述信道状态信息扩展增强模块包括子带填充模块；

所述子带填充模块级联于所述编码器的输入侧，用于对所述信道状态信息的子带数进行填充，得到子带填充后的信道状态信息；

所述扩展增强的信道状态信息包括所述子带填充后的信道状态信息。

在一个实施例中，所述下采样模块包括以下任一项配置：

所述下采样模块为池化层；

所述下采样模块为输入维度大于输出维度的全连接层；

所述下采样模块为卷积下采样层。

在一个实施例中，所述下采样模块的输出维度是基于所述反馈开销的种

类以及预定的量化比特数确定的。

在一个实施例中，所述预变换模块包括以下任一项配置:

所述预变换模块为恒等变换层;

所述预变换模块在空域和频域分别采用一个全连接层;

所述预变换模块在空域和频域采用一个2维转置卷积层;

所述预变换模块在空域和频域合并维度，采用一个全连接层;

所述预变换模块在空域和频域合并维度，采用一个 1 维卷积层;

所述预变换模块在空域采用一个全连接层;

所述预变换模块在空域采用一个1维卷积层。

在一个实施例中，所述子带填充模块具体用于:

在所述信道状态信息的子带数与所述编码器模型的输入子带数的余数大于0的情况下，基于所述编码器模型的输入子带数对所述信道状态信息的子带进行分组;

对所述信道状态信息的子带数小于所述编码器模型的输入子带数的目标分组中的子带进行周期循环填充，直到所述目标分组中的子带数量等于所述编码器模型的输入子带数;

所述周期循环填充包括: 根据分组中各子带的排列顺序，依次复制各子带。

第四方面，本公开实施例还提供一种网络设备，包括存储器，收发机，处理器:

存储器，用于存储计算机程序; 收发机，用于在所述处理器的控制下收发数据; 处理器，用于读取所述存储器中的计算机程序并执行以下操作:

接收终端发送的扩展增强的信道状态信息;

将所述扩展增强的信道状态信息输入至解码器模型，得到所述解码器模型输出的还原信道状态信息;

其中，所述解码器模型包括解码器，以及与所述解码器级联的信道状态信息还原模块。

在一个实施例中，所述扩展增强的信道状态信息包括压缩后的反馈开销;

所述信道状态信息还原模块包括上采样模块;

所述上采样模块级联于所述解码器的输入侧，用于对所述压缩后的反馈开销进行还原，得到还原的反馈开销。

在一个实施例中，所述扩展增强的信道状态信息包括概率分布和维度统一的不同多输入多输出 MIMO 层和/或不同 MIMO 端口的信道状态信息；所述信道状态信息还原模块包括变换模块;

所述变换模块级联于所述解码器的输出侧，用于执行以下至少一项:

对所述概率分布和维度统一的不同 MIMO 层的信道状态信息进行概率分布还原，得到原始概率分布的不同 MIMO 层的信道状态信息;

对所述概率分布和维度统一的不同 MIMO 端口的信道状态信息进行概率分布和维度还原，得到原始概率分布和维度的不同 MIMO 端口的信道状态信息。

在一个实施例中，所述扩展增强的信道状态信息包括子带填充后的信道状态信息；所述信道状态信息还原模块包括子带裁剪模块;

所述子带裁剪模块级联于所述解码器的输出侧，用于对子带填充后的信道状态信息进行裁剪和/或合并，得到原始子带数量的信道状态信息。

在一个实施例中，所述上采样模块包括以下任一项配置:

所述上采样模块为邻近插值层;

所述上采样模块为输入维度小于输出维度的全连接层;

所述上采样模块为转置卷积上采样层。

在一个实施例中，所述上采样模块的输入维度是基于所述反馈开销的种类以及预定的量化比特数确定的。

在一个实施例中，所述变换模块包括以下任一项配置:

所述变换模块为恒等变换层;

所述变换模块在空域和频域分别采用一个全连接层;

所述变换模块在空域和频域采用一个 2 维转置卷积层;

所述变换模块在空域和频域合并维度，采用一个全连接层;

所述变换模块在空域和频域合并维度，采用一个 1 维卷积层;

所述变换模块在空域采用一个全连接层;

所述变换模块在空域采用一个1维卷积层。

在一个实施例中，所述子带裁剪模块具体用于:

对进行过子带周期循环填充的子带分组中的子带进行裁剪和/或合并。

第五方面，本公开实施例还提供一种信道状态信息处理装置，应用于终端，所述装置包括:

增强模块，用于将信道状态信息输入至编码器模型，得到所述编码器模型输出的扩展增强的信道状态信息;

发送模块，用于将所述扩展增强的信道状态信息发送至网络设备;

其中，所述编码器模型包括编码器，以及与所述编码器级联的信道状态信息扩展增强模块。

第六方面，本公开实施例还提供一种信道状态信息处理装置，应用于网络设备，所述装置包括:

接收模块，用于接收终端发送的扩展增强的信道状态信息;

还原模块，用于将所述扩展增强的信道状态信息输入至解码器模型，得到所述解码器模型输出的还原信道状态信息;

其中，所述解码器模型包括解码器，以及与所述解码器级联的信道状态信息还原模块。

第七方面，本公开实施例还提供一种处理器可读存储介质，所述处理器可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序用于使所述处理器执行如上所述第一方面的方法，或者执行如上所述第二方面的方法。

本公开实施例提供的信道状态信息处理方法及装置，通过对编码器模型的输入侧和/或输出侧级联信道状态信息扩展增强模块，对 AI 模型进行扩展增强，可以实现在不同参数配置下复用 AI 模型，从而能够降低 AI 模型训练的复杂度并节约 AI 模型的部署资源。

附图说明

为了更清楚地说明本公开实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实

施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本公开的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是现有技术中自编码器的结构示意图；

图 2 是现有技术中基于 AI 的信道状态信息压缩反馈方案的流程示意图；

图 3 是本公开实施例提供的信道状态信息处理方法的流程示意图之一；

图 4 是根据本公开实施例的下采样模块-上采样模块对的结构示意图；

图 5 是根据本公开实施例的预变换模块-变换模块对的结构示意图；

图 6 是根据本公开实施例的级联子带填充模块与子带裁剪模块的结构示意图；

图 7 是本公开实施例提供的信道状态信息处理方法的流程示意图之二；

图 8 是应用本公开实施例提供的信道状态信息处理方法的实例结构图之一；

图 9 是应用本公开实施例提供的信道状态信息处理方法的实例结构图之二；

图 10 是应用本公开实施例提供的信道状态信息处理方法的实例结构图之三；

图 11 是应用本公开实施例提供的信道状态信息处理方法的实例结构图之四；

图 12 是应用本公开实施例提供的信道状态信息处理方法的实例结构图之五；

图 13 是本公开实施例提供的终端的结构示意图；

图 14 是本公开实施例提供的网络设备的结构示意图；

图 15 是本公开实施例提供的信道状态信息处理装置的结构示意图之一；

图 16 是本公开实施例提供的信道状态信息处理装置的结构示意图之二。

具体实施方式

本公开实施例中术语“和/或”，描述关联对象的关联关系，表示可以存在

三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

本公开实施例中术语“多个”是指两个或两个以上，其它量词与之类似。

下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本公开一部分实施例，并不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

本公开实施例提供了一种信道状态信息处理方法及装置，用以解决现有技术中对于信道状态信息处理需要部署大量 AI 模型，造成模型训练和部署浪费大量资源的缺陷。

其中，方法和装置是基于同一申请构思的，由于方法和装置解决问题的原理相似，因此装置和方法的实施可以相互参见，重复之处不再赘述。

为便于充分理解本公开的技术方案，现对以下内容进行介绍：

在 Massive（大规模）MIMO 系统中，基于 AI 的神经网络模型可用于信道状态信息反馈。通过利用信道状态信息在空域和频域的稀疏性，神经网络模型可采用自编码器（Auto Encoder，AE）的编码器模块实现对信道状态信息的压缩以减少反馈开销，再利用 AE 的解码器模块恢复出信道状态信息。

自编码器，是一种输入与输出相同的神经网络，由编码器和解码器两部分组成，编码器把输入数据压缩成潜在空间（latent space）表征，解码器根据这一表征重构输入。自编码器的结构如图 1 所示，输入数据 X 首先经过编码器被压缩为编码特征 $Z=f(X)$，然后编码特征 Z 经过解码器得到 $\widehat{X}=g(Z)=g(f(X))$，目的是重构输入数据 X。自编码器通过反向传播的训练方式求解 $f(\cdot)$ 和 $g(\cdot)$ 的映射关系，最小化重构误差 $L(\widehat{X},X)$。编码器模块和解码器模块可以采用卷积神经网络、全连接神经网络、递归神经网络等及其组合构造。当自编码器应用于信道状态信息压缩反馈时，编码器输出 Z 的维度小于其输入 X，输出 Z 的维度越小则压缩率越高，相应地解码器恢复信道状态信息的误差也越大。

目前，基于 AI 的信道状态信息压缩反馈方案通常在给定反馈开销、MIMO 层数、MIMO 端口数，子带数下设计 AI 模型，如图 2 所示。终端侧将信道状

态信息 V 输入到 AI 编码器获得压缩的码字 C（码字 C 的信息长度远小于输入 V 的长度），然后将该码字 C 输入量化器，并把量化后二进制比特流输入到反量化器得到具有量化误差的码字 C'，最后把 C' 输入到解码器模块得到恢复的信道信息 V'。当存在多种网络配置超参数时，现有方案需要训练多套 AI 模型，这会增加 AI 模型的训练复杂度和 AI 模型的存储开销。以 8 种反馈开销，4 层 MIMO，8 种端口为例，网络层和终端需要针对 8×4×8=256 种参数配置分别训练和部署一个 AI 模型，这给模型的训练和存储带来了极大挑战。

图 3 是本公开实施例提供的信道状态信息处理方法的流程示意图之一。如图 3 所示，本公开实施例提供一种信道状态信息处理方法，其执行主体可以为终端，例如手机等。该方法可以包括:

步骤 310、将信道状态信息输入至编码器模型，得到编码器模型输出的扩展增强的信道状态信息;

步骤 320、将扩展增强的信道状态信息发送至网络设备;

其中，编码器模型包括编码器，以及与编码器级联的信道状态信息扩展增强模块。

需要说明的是，可以将进行 CSI 压缩反馈的 AI 模型作为基础 AI 模型，并将基础 AI 模型的编码器部署在终端形成编码器模型，将基础 AI 模型的解码器部署在网络设备形成解码器模型；同时，通过对基础 AI 模型的内侧（编码器的输出侧、解码器的输入侧)和/或基础 AI 模型的外侧(编码器的输入侧、解码器的输出侧）级联多对 AI 模块来实现基础 AI 模型的扩展增强，从而可以在不同参数配置下复用基础 AI 模型。

在步骤 310 中，终端可以将信道状态信息输入至编码器模型，编码器的输入侧或输出侧级联有信道状态信息扩展增强模块，该信道状态信息扩展增强模块能够以不同方式对基础 AI 模型进行扩展增强。

例如，对基础 AI 模型进行扩展增强可以包括对信道状态信息的反馈开销进行压缩、调整不同 MIMO 层和/或不同 MIMO 端口的信道状态信息的概率分布、对信道状态信息的子带数进行填充等。

在对信道状态信息进行上述处理后，终端会将扩展增强的信道状态信息发送至网络设备，以便在网络设备部署的解码器模型对扩展增强的信道状态信息进行对应处理，例如对压缩后的反馈开销进行还原、对概率分布统一的不同 MIMO 层和/或不同 MIMO 端口的信道状态信息进行概率分布还原、对子带填充后的信道状态信息进行裁剪和/或合并等。

本公开实施例提供的信道状态信息处理方法，通过对编码器模型的输入侧和/或输出侧级联信道状态信息扩展增强模块，对 AI 模型进行扩展增强，可以实现在不同参数配置下复用 AI 模型，从而能够降低 AI 模型训练的复杂度并节约 AI 模型的部署资源。

在一个实施例中，信道状态信息扩展增强模块包括下采样模块;

下采样模块级联于编码器的输出侧，用于对信道状态信息的反馈开销进行压缩，得到压缩后的反馈开销;

扩展增强的信道状态信息包括压缩后的反馈开销。

对于 CSI 压缩反馈方案，网络参数配置要求支持不同的反馈开销，该情况需要 AI 模型编码器的输出和解码器的输入支持多种维度以实现不同反馈开销。在给定反馈开销和量化阶数的条件下，可以确定编码器的输出（解码器的输入）维度，并且训练一个反馈开销给定的基础 AI 模型。

为了实现不同反馈开销，可以对基础 AI 模型的内侧（编码器的输出侧、解码器的输入侧）级联至少一对下采样模块 A-k 和上采样模块 B-k 实现反馈开销扩展增强，如图 4 所示。扩展后的基础 AI 模型存在 k 条支路，每条支路对应一种反馈开销配置。

在一个实施例中，下采样模块可以包括以下任一项配置:

下采样模块为池化层;

下采样模块为输入维度大于输出维度的全连接层;

下采样模块为卷积下采样层。

为了降低复杂度，A-k 下采样模块以及 B-k 上采样模块不宜设计得过于复杂，可以采用以下任一项配置:

配置 1：A-k 是池化层，B-k 是邻近插值层;

配置 2：A-k 是一个输入维度大于输出维度的全连接层，B-k 是一个输入维度小于输出维度的全连接层；

配置 3：A-k 是一个卷积下采样层（一个滑动步长大于 1 的卷积层），B-k 是一个转置卷积上采样层。

其中，A-k 的输出维度（B-k 的输入维度）为$n_k = n_{payload,k}/q$，k=1,2,3,…；q 为量化比特数，$n_{payload}, k$为网络配置的 k 种反馈开销。

可选地，基础 AI 模型可以是一个给定反馈开销下的 CSI 压缩反馈 AI 模型，A-k 下采样模块以及 B-k 上采样模块在该基础 AI 模型的基础上进一步下采样压缩，得到多种更低的反馈开销$n_{payload,k}$。

基础 AI 模型还可以是一组 AI 变换-反变换对，不进行维度压缩（也即，基础 AI 模型的编码器的输出维度等于其输入维度），维度压缩完全通过 A-k 下采样模块以及 B-k 上采样模块实现。

本公开实施例提供的信道状态信息处理方法，通过在编码器的输出侧级联下采样模块，可以实现 AI 模型对于 CSI 反馈开销处理的扩展增强，从而实现在不同反馈开销配置下复用 AI 模型，能够降低 AI 模型训练的复杂度并节约 AI 模型的部署资源。

在一个实施例中，信道状态信息扩展增强模块包括预变换模块；

预变换模块级联于编码器的输入侧，用于执行以下至少一项：

调整不同多入多输出 MIMO 层的信道状态信息的概率分布，得到概率分布和维度统一的不同 MIMO 层的信道状态信息；

调整不同 MIMO 端口的信道状态信息的概率分布和/或维度，得到概率分布和维度统一的不同 MIMO 端口的信道状态信息扩展增强的信道状态信息包括概率分布和维度统一的不同 MIMO 层和/或不同 MIMO 端口的信道状态信息。

对于 CSI 压缩反馈方案，网络参数配置要求支持不同的 MIMO 层数、Port 端口数。对于不同 Port 端口数，基础 AI 模型（编码器+解码器）的输入和输出需要支持多种维度。此外，不同配置下基础 AI 模型输入的概率分布也必须统一或者接近，才能使得基础 AI 模型工作在最佳状态。换言之，不同 Port 端

口、不同 MIMO 层的 CSI 数据概率分布不一致，需要变换到一个统一的概率分布上。

如图 5 所示，通过在基础 AI 模型外侧（编码器的输入侧、解码器的输出侧）级联 A-k 预变换/B-k 变换模块对，使得不同配置下的输入概率分布对齐和/或输入维度对齐。

在一个实施例中，预变换模块包括以下任一项配置:

预变换模块为恒等变换层;

预变换模块在空域和频域分别采用一个全连接层;

预变换模块在空域和频域采用一个 2 维卷积层;

预变换模块在空域和频域合并维度，采用一个全连接层;

预变换模块在空域和频域合并维度，采用一个 1 维卷积层;

预变换模块在空域采用一个全连接层;

预变换模块在空域采用一个 1 维卷积层。

对于基础 AI 模型的 MIMO 层扩展增强，A-k 预变换/B-k 变换模块对的作用为分布变换。

特殊地，A-1/B-1 模块是恒等变换（输入等于输出），基础 AI 模型是一个适用于层 1 的 AI 模型，A-k (k=2,3,4…)通过预变换使得层 k 的 CSI 概率分布接近层 1 的 CSI 概率分布，B-k 将恢复的层 k 的 CSI 变换回原来的分布。

A-k 预变换/B-k 变换模块对可以包括以下任一项配置:

空域-频域二维线性变换，在空域和频域分别采用一个全连接层，或者整体采用一个 2 维卷积/转置卷积;

空域-频域拉伸至 1 维，采用全连接层或者 1 维卷积。

对于基础 AI 模型的 Port 端口扩展增强，A-k 预变换/B-k 变换模块对的作用为概率分布匹配和维度统一，不同 Port 端口的 CSI 输入被变换到某个统一的 Port 端口数。

特殊地，A-1/B-1 模块是恒等变换（输入等于输出），基础 AI 模型是一个适用于 Port_Max 的 AI 模型，A-k (k=2,3,4…)通过预变换使得 k 端口(k<Port_Max)的 CSI 变换成 Port_Max 端口的 CSI，B-k 将恢复的 CSI 从

Port_Max 变换回原来的 k 端口。

A-k 预变换/B-k 变换模块对可以包括以下任一项配置:

在空域采用一个全连接层;

在空域采用 1 维卷积层。

本公开实施例提供的信道状态信息处理方法，通过在编码器的输入侧级联预变换模块，可以实现 AI 模型对 MIMO 层和/或 MIMO 端口进行处理的扩展增强，从而实现在不同 MIMO 层、不同端口配置下复用 AI 模型，能够降低 AI 模型训练的复杂度并节约 AI 模型的部署资源。

在一个实施例中，信道状态信息扩展增强模块包括子带填充模块;

子带填充模块级联于编码器的输入侧，用于对信道状态信息的子带数进行填充，得到子带填充后的信道状态信息;

扩展增强的信道状态信息包括子带填充后的信道状态信息。

对于CSI压缩反馈方案，网络参数配置要求支持不同的子带数$N_{subband}$，但是用于 CSI 压缩反馈的基础 AI 模块输入的子带数$N_{subband,AI}$通常是给定的。为了实现子带数扩展增强，本公开实施例对基础 AI 模块外侧（编码器的输入侧、解码器的输出侧）级联子带填充模块和子带裁剪模块。如图 6 所示。

在一个实施例中，子带填充模块具体用于:

在信道状态信息的子带数与编码器模型的输入子带数的余数大于 0 的情况下，基于编码器模型的输入子带数对信道状态信息的子带进行分组;

对信道状态信息的子带数小于编码器模型的输入子带数的目标分组中的子带进行周期循环填充，直到目标分组中的子带数量等于编码器模型的输入子带数;

周期循环填充包括: 根据分组中各子带的排列顺序，依次复制各子带。

在对基础 AI 模块外侧（编码器的输入侧、解码器的输出侧）级联子带填充模块和子带裁剪模块后，子带填充模块和子带裁剪模块以$N_{subband,AI}$个子带为一组对输入的 CSI 进行填充和裁剪:

当$0 = N_{subband} \bmod N_{subband,AI}$时，CSI 恰好能被划分为$N_{subband}/N_{subband,AI}$组，每一组分别送入基础 AI 网络实现 CSI 压缩反馈，子带填充模

块和子带裁剪模块不需要对输入做额外处理。

当 $0 \neq \mathrm{N}_{\mathrm{subband}} \bmod N_{subband,AI}$ 时，CSI 最后一组子带数为 $\mathrm{N}_{\mathrm{subband}} \bmod N_{subband,AI}$ 低于 $N_{subband,AI}$，子带填充模块会对包括 $\mathrm{N}_{\mathrm{subband}} \bmod N_{subband,AI}$ 个子带的组内成员周期循环填充至 $N_{subband,AI}$ 个子带后送入基础 AI 模型。子带裁剪模块会对周期循环填充的子带进行裁剪或合并获得原始的 $\mathrm{N}_{\mathrm{subband}} \bmod N_{subband,AI}$ 个子带的 CSI。

其中，对包括 K 个子带的分组 $\mathrm{A} = [\mathrm{A}_1\mathrm{A}_2\mathrm{A}_3, \ldots \mathrm{A}_K]$ 进行周期循环填充至包括N个子带的分组 B 是指：

$$\mathrm{B} = [\mathrm{A}_1\mathrm{A}_2\mathrm{A}_3, \ldots \mathrm{A}_K\ \mathrm{A}_{\mathrm{K}-1}\mathrm{A}_{\mathrm{K}-2}\mathrm{A}_{\mathrm{K}-3}, \ldots \mathrm{A}_1\ \mathrm{A}_2\mathrm{A}_3\mathrm{A}_4, \ldots \mathrm{A}_K\mathrm{A}_{K-1} \ldots]$$

该操作可以最大程度模拟频域相关性从而提高 CSI 压缩反馈性能。

本公开实施例提供的信道状态信息处理方法，通过在编码器的输入侧级联子带填充模块，可以实现 AI 模型对子带数进行处理的扩展增强，从而实现在不同反馈开销配置下复用 AI 模型，能够降低 AI 模型训练的复杂度并节约 AI 模型的部署资源。

图 7 是本公开实施例提供的信道状态信息处理方法的流程示意图之二。如图 7 所示，本公开实施例提供一种信道状态信息处理方法，其执行主体可以为网络设备，例如基站等。该方法可以包括：

步骤 710、接收终端发送的扩展增强的信道状态信息；

步骤 720、将扩展增强的信道状态信息输入至解码器模型，得到解码器模型输出的还原信道状态信息；

其中，解码器模型包括解码器，以及与解码器级联的信道状态信息还原模块。

需要说明的是，可以将进行 CSI 压缩反馈的 AI 模型作为基础 AI 模型，并将基础 AI 模型的编码器部署在终端形成编码器模型，将基础 AI 模型的解码器部署在网络设备形成解码器模型；同时，通过对基础 AI 模型的内侧（编码器的输出侧、解码器的输入侧)和/或基础 AI 模型的外侧(编码器的输入侧、解码器的输出侧）级联多对 AI 模块来实现基础 AI 模型的扩展增强，从而可以在不同参数配置下复用基础 AI 模型。

在步骤710中，网络设备可以接收终端发送的扩展增强的信道状态信息。

需要说明的是，终端可以将信道状态信息输入至编码器模型，编码器的输入侧或输出侧级联有信道状态信息扩展增强模块，该信道状态信息扩展增强模块能够以不同方式对AI基础模型进行扩展增强。

例如，对信道状态信息的反馈开销进行压缩、调整不同MIMO层和/或不同MIMO端口的信道状态信息的概率分布、对信道状态信息的子带数进行填充等。

在对信道状态信息进行上述处理后，终端会将扩展增强的信道状态信息发送至网络设备，网络设备接收到扩展增强的信道状态信息后，会将该扩展增强的信道状态信息输入到解码器模型，并基于解码器级联的信道状态信息还原模块对扩展增强的信道状态信息进行还原处理，例如对压缩后的反馈开销进行还原、对概率分布统一的不同MIMO层和/或不同MIMO端口的信道状态信息进行概率分布还原、对子带填充后的信道状态信息进行裁剪和/或合并等。

本公开实施例提供的信道状态信息处理方法，通过对解码器模型的输入侧和/或输出侧级联信道状态信息还原模块，对扩展增强的信道状态信息进行还原，可以实现在不同参数配置下复用AI模型，从而能够降低AI模型训练的复杂度并节约AI模型的部署资源。

在一个实施例中，扩展增强的信道状态信息包括压缩后的反馈开销；信道状态信息还原模块包括上采样模块;

上采样模块级联于解码器的输入侧，用于对压缩后的反馈开销进行还原，得到还原的反馈开销。

对于CSI压缩反馈方案，网络参数配置要求支持不同的反馈开销，该情况需要 AI 模型编码器的输出和解码器的输入支持多种维度以实现不同反馈开销。在给定反馈开销和量化阶数的条件下，可以确定编码器的输出（解码器的输入）维度，并且训练一个反馈开销给定的基础AI模型。

为了实现不同反馈开销，可以对基础AI模型的内侧（编码器的输出侧、解码器的输入侧）级联至少一对下采样模块A-k和上采样模块B-k实现反馈

开销扩展增强，如图 4 所示。扩展后的基础 AI 模型存在 k 条支路，每条支路对应一种反馈开销配置。

在一个实施例中，上采样模块包括以下任一项配置:

上采样模块为邻近插值层;

上采样模块为输入维度小于输出维度的全连接层;

上采样模块为转置卷积上采样层。

为了降低复杂度，A-k 下采样模块以及 B-k 上采样模块不宜设计得过于复杂，可以采用以下任一项配置:

配置 1: A-k 是池化层，B-k 是邻近插值层;

配置 2: A-k 是一个输入维度大于输出维度的全连接层，B-k 是一个输入维度小于输出维度的全连接层;

配置 3: A-k 是一个卷积下采样层（一个滑动步长大于 1 的卷积层），B-k 是一个转置卷积上采样层。

其中，A-k 的输出维度（B-k 的输入维度）为 $n_k = n_{payload,k}/q$，k=1,2,3,…; q 为量化比特数，$n_{payload,k}$ 为网络配置的 k 种反馈开销。

可选地，基础 AI 模型可以是一个给定反馈开销下的 CSI 压缩反馈 AI 模型，A-k 下采样模块以及 B-k 上采样模块在该基础 AI 模型的基础上进一步下采样压缩，得到多种更低的反馈开销 $n_{payload,k}$。

基础 AI 模型还可以是一组 AI 变换-反变换对，不进行维度压缩（也即，基础 AI 模型的编码器的输出维度等于其输入维度），维度压缩完全通过 A-k 下采样模块以及 B-k 上采样模块实现。

本公开实施例提供的信道状态信息处理方法，通过在解码器的输入侧级联上采样模块，可以实现 AI 模型对 CSI 反馈开销处理的扩展增强，从而实现在不同反馈开销配置下复用 AI 模型，能够降低 AI 模型训练的复杂度并节约 AI 模型的部署资源。

在一个实施例中，扩展增强的信道状态信息包括概率分布和维度统一的不同 MIMO 层和/或不同 MIMO 端口的信道状态信息; 信道状态信息还原模块包括变换模块;

变换模块级联于解码器的输出侧，用于执行以下至少一项：

对概率分布和维度统一的不同MIMO层的信道状态信息进行概率分布还原，得到原始概率分布的不同MIMO层的信道状态信息；

对概率分布和维度统一的不同MIMO端口的信道状态信息进行概率分布和维度还原，得到原始概率分布和维度的不同 MIMO 端口的信道状态信息。

对于CSI压缩反馈方案，网络参数配置要求支持不同的MIMO层数、Port端口数。对于不同Port端口数，基础AI模型（编码器+解码器）的输入和输出需要支持多种维度。此外，不同配置下基础AI模型输入的概率分布也必须统一或者接近，才能使得基础AI模型工作在最佳状态。换言之，不同Port端口、不同MIMO层的CSI数据概率分布不一致，需要变换到一个统一的概率分布上。

如图5所示，通过在基础AI模型外侧（编码器的输入侧、解码器的输出侧）级联A-k预变换/B-k变换模块对，使得不同配置下的输入概率分布对齐和/或输入维度对齐。

在一个实施例中，变换模块包括以下任一项配置：

变换模块为恒等变换层；

变换模块在空域和频域分别采用一个全连接层；

变换模块在空域和频域采用一个2维转置卷积层；

变换模块在空域和频域合并维度，采用一个全连接层；

变换模块在空域和频域合并维度，采用一个1维卷积层；

变换模块在空域采用一个全连接层；

变换模块在空域采用一个1维卷积层。

对于基础AI模型的MIMO层扩展增强，A-k预变换/B-k变换模块对的作用为分布变换。

特殊地，A-1/B-1模块是恒等变换（输入等于输出），基础AI模型是一个适用于层1的AI模型，A-k (k=2,3,4…)通过预变换使得层k的CSI概率分布接近层1的CSI概率分布，B-k将恢复的层k的CSI变换回原来的分布。

A-k预变换/B-k变换模块对可以包括以下任一项配置：

空域-频域二维线性变换，在空域和频域分别采用一个全连接层，或者整体采用一个 2 维卷积/转置卷积;

空域-频域拉伸至 1 维，采用全连接层或者 1 维卷积。

对于基础 AI 模型的 Port 端口扩展增强，A-k 预变换/B-k 变换模块对的作用为概率分布匹配和维度统一，不同 Port 端口的 CSI 输入被变换到某个统一的 Port 端口数。

特殊地，A-1/B-1 模块是恒等变换（输入等于输出），基础 AI 模型是一个适用于 Port_Max 的 AI 模型，A-k (k=2,3,4…)通过预变换使得 k 端口(k<Port_Max)的 CSI 变换成 Port_Max 端口的 CSI，B-k 将恢复的 CSI 从 Port_Max 变换回原来的 k 端口。

A-k 预变换/B-k 变换模块对可以包括以下任一项配置:

在空域采用一个全连接层;

在空域采用 1 维卷积层。

本公开实施例提供的信道状态信息处理方法，通过在解码器的输出侧级联预变换模块，可以实现 AI 模型对 MIMO 层和/或 MIMO 端口处理的扩展增强，从而实现在不同 MIMO 层、不同端口配置下复用 AI 模型，能够降低 AI 模型训练的复杂度并节约 AI 模型的部署资源。

在一个实施例中，扩展增强的信道状态信息包括子带填充后的信道状态信息；信道状态信息还原模块包括子带裁剪模块;

子带裁剪模块级联于解码器的输出侧，用于对子带填充后的信道状态信息进行裁剪和/或合并，得到原始子带数量的信道状态信息。

对于CSI压缩反馈方案，网络参数配置要求支持不同的子带数$N_{subband}$，但是用于 CSI 压缩反馈的基础 AI 模块输入的子带数$N_{subband,AI}$通常是给定的。为了实现子带数扩展增强，本公开实施例对基础 AI 模块外侧（编码器的输入侧、解码器的输出侧）级联子带填充模块和子带裁剪模块。如图 6 所示。

在一个实施例中，子带裁剪模块具体用于:

对进行过子带周期循环填充的子带分组中的子带进行裁剪和/或合并。

在对基础 AI 模块外侧（编码器的输入侧、解码器的输出侧）级联子带填

充模块和子带裁剪模块后，子带填充模块和子带裁剪模块以$N_{subband,AI}$个子带为一组对输入的 CSI 进行填充和裁剪：

当 $0 = N_{subband} \bmod N_{subband,AI}$ 时，CSI 恰好能被划分为 $N_{subband}/N_{subband,AI}$ 组，每一组分别送入基础 AI 网络实现 CSI 压缩反馈，子带填充模块和子带裁剪模块不需要对输入做额外处理。

当 $0 \neq N_{subband} \bmod N_{subband,AI}$ 时，CSI 最后一组子带数为 $N_{subband} \bmod N_{subband,AI}$ 低于 $N_{subband,AI}$，子带填充模块会对包括 $N_{subband} \bmod N_{subband,AI}$ 个子带的组内成员周期循环填充至 $N_{subband,AI}$ 个子带后送入基础 AI 模型。子带裁剪模块会对周期循环填充的子带进行裁剪或合并获得原始的 $N_{subband} \bmod N_{subband,AI}$ 个子带的 CSI。

其中，对包括 K 个子带的分组 $A = [A_1 A_2 A_3, \ldots A_K]$ 进行周期循环填充至包括N个子带的分组 B 是指：

$$B = [A_1 A_2 A_3, \ldots A_K \; A_{K-1} A_{K-2} A_{K-3}, \ldots A_1 \; A_2 A_3 A_4, \ldots A_K A_{K-1} \ldots]$$

该操作可以最大程度模拟频域相关性从而提高 CSI 压缩反馈性能。

本公开实施例提供的信道状态信息处理方法，通过在解码器的输出侧级联子带裁剪模块，可以实 AI 模型对现子带数处理的扩展增强，从而实现在不同反馈开销配置下复用 AI 模型，能够降低 AI 模型训练的复杂度并节约 AI 模型的部署资源。

下面介绍应用本公开实施例提供的信道状态信息处理方法的若干实例：

实例一（开销可扩展的 CSI 压缩反馈模型）：

如图 8 所示，EN Block 和 DE Block 是一组预变换-变换对，采用 Transformer 模型，EN Block 和 DE Block 的输入输出维度为 12*64，输入 PMI（预编码向量）为 12 个子带 32 端口（实部和虚部合并，变为 64 维度）。经过训练的 EN Block 将 PMI 变换到隐式域利于下采样压缩，DE Block 将隐式域上的数据变换回 PMI 所在的空频域。DS-k Block/US-k Block 为全连接层实现的上-下采样变换对，并且 US-k Block 内部级联 2 比特均匀量化器、DS-k Block 内部级联了反量化器，k 表示量化后比特数取值为 k=20,40,60,…,320。通过内部级联多对 DS-k Block/US-k Block，基础 AI 模型(EN Block+DE Block)

实现了反馈开销扩展增强。

终端接收到网络配置信道(包括反馈开销,UE 也可以自行确定反馈开销)后，根据反馈开销选择 DS-k 下采样分支进行 CSI 压缩。类似地，网络设备基于配置给终端的或者终端上报的反馈开销选择对应的 US-k 上采样分支进行 CSI 恢复。

实例二（MIMO 层可扩展的 CSI 压缩反馈模型）:

如图 9 所示，基础 AI 模型是一个基于 Transformer 模型的 AE，用于 12 子带、32 端口，层 1，240 bit 反馈开销的 PMI 压缩和解压缩。通过在基础 AI 模型外侧（编码器的输入侧、解码器的输出侧）级联 LPT-k Block-LT-k Block 预变换-变换对，基础 AI 模型可以实现 MIMO 多层扩展，其中 LPT-1 Block、LT-1 Block 均为输入等于输出的恒等变换，LPT-k Block/LT-k Block(k=2,3,4)是空域-频域的 2 维线性变换，通过 2 个全连接层实现。对于第 k 层的 PMI，终端选择第 k 条支路进行 CSI 压缩,网络设备则选择第 k 条支路进行 CSI 恢复。

实例三（MIMO 端口可扩展的 CSI 压缩反馈模型）:

如图 10 所示，AI 基础模型是一个 AE，用于 12 子带、32 端口、层 1、240bit 反馈开销的 PMI 压缩和解压。通过外侧级联 PPT-k Block /PT-k Block，基础 AI 模型实现 MIMO 多端口的扩展。PPT-32 Block/PT-32 Block 为输入等于输出的恒等变换，PPT-k Block/PT-k Block(k=24,16,12)为全连接层实现的空域线性变换，将输入为$\mathrm{N}_{subband,AI} \times (k \times 2)$维度的 PMI 变换为$\mathrm{N}_{subband,AI} \times (32 \times 2)$维度的 PMI，其中 k 为实际 PMI 端口数。

实例四（子带数可扩展的 CSI 压缩反馈模型）:

AI 基础模型是一个基于 Transformer 模型的 AE，用于$\mathrm{N}_{subband,AI} = 12$子带、$\mathrm{N}_{\mathrm{port}} = 32$端口、层 1、240bit 反馈开销的 PMI 压缩和解压。通过在基础 AI 模型外侧（编码器的输入侧、解码器的输出侧）级联子带填充模块和子带裁剪模块，基础 AI 模型实现了子带数的扩展。子带填充模块对于当前输入的$\mathrm{N}_{\mathrm{subband}} = 52$个子带 PMI 以 12 个子带为一组划分成 5 组，对于最后一组少于 12 个子带的情况，在频域上循环填充 8 个子带以实现 12 个子带 AI 输入（填充后子带索引号为[1,2,3,4,3,2,1,2,3,4,3,2]）。子带裁剪模块将最后一个分

组中对应的循环填充 PMI 进行裁剪获得原始 PMI。

实例五（子带数+端口+层+反馈开销可扩展的 CSI 压缩反馈模型）:

如图 11 所示，EN Block 和 DE Block 构成的基础 AI 网络对 12 子带、32 端口、层 1 的 PMI 进行变换和反变换。先通过基础 AI 网络内侧（编码器的输出侧、解码器的输入侧）级联 DS-k/US-k 实现反馈开销扩展增强，通过全连接层实现；随后，基础 AI 网络外侧（编码器的输入侧、解码器的输出侧）级联 LPT-k/LT-k 实现了 4 层 MIMO 扩展，LPT-1/LT-1 为恒等变换，LPT-k/LT-k(k=2,3,4)通过全连接层实现空域和频域二维线性变换实现；在基础 AI 网络外侧进一步级联 PPT-k/PT-k 实现{32,24,16,12}端口扩展，PPT-32/PT-32 为恒等变换，PPT-k/PT-k(k=24,16,12)通过全连接层空域线性变换实现；最后，在基础 AI 模型外侧级联子带周期循环填充和子带反填充实现子带数扩展增强。

实例六（子带数+端口+反馈开销可扩展的 CSI 压缩反馈模型，Layer-Specified AI 模型）:

如图 12 所示，EN Block 和 DE Block 构成的基础 AI 模型对 12 子带、32 端口、层 1 的 PMI 进行变换和反变换，先通过基础 AI 网络内侧（编码器的输出侧、解码器的输入侧）级联 DS-k/US-k 实现反馈开销扩展增强，通过全连接层实现；在基础 AI 模型外侧（编码器的输入侧、解码器的输出侧）进一步级联 PPT-k/PT-k 实现{32,24,16,12}端口扩展，PPT-32/PT-32 为恒等变换，PPT-k/PT-k(k=24,16,12)通过全连接层实现空域线性变换实现；最后，在基础 AI 模型外侧级联子带填充模块和子带裁剪模块实现子带数扩展增强。

图 13 是本公开实施例提供的一种终端的结构示意图，如图 13 所示，所述终端包括存储器 1320，收发机 1300，处理器 1310，其中:

存储器 1320，用于存储计算机程序；收发机 1300，用于在所述处理器 1310 的控制下收发数据；处理器 1310，用于读取所述存储器 1320 中的计算机程序并执行以下操作:

将信道状态信息输入至编码器模型，得到编码器模型输出的扩展增强的信道状态信息;

将所述扩展增强的信道状态信息发送至网络设备;

其中，所述编码器模型包括编码器，以及与所述编码器级联的信道状态信息扩展增强模块。

其中，在图 13 中，总线架构可以包括任意数量的互联的总线和桥，具体由处理器 1310 代表的一个或多个处理器和存储器 1320 代表的存储器的各种电路链接在一起。总线架构还可以将诸如外围设备、稳压器和功率管理电路等之类的各种其他电路链接在一起，这些都是本领域所公知的，因此，本文不再对其进行进一步描述。总线接口提供接口。收发机 1300 可以是多个元件，即包括发送机和接收机，提供用于在传输介质上与各种其他装置通信的单元，这些传输介质包括无线信道、有线信道、光缆等传输介质。针对不同的用户设备，用户接口 1330 还可以是能够外接内接需要设备的接口，连接的设备包括但不限于小键盘、显示器、扬声器、麦克风、操纵杆等。

处理器 1310 负责管理总线架构和通常的处理，存储器 1320 可以存储处理器 1310 在执行操作时所使用的数据。

可选的，处理器 1310 可以是中央处理器（Central Processing Unit, CPU）、专用集成电路（Application Specific Integrated Circuit，ASIC）、现场可编程门阵列（Field－Programmable Gate Array，FPGA）或复杂可编程逻辑器件（Complex Programmable Logic Device，CPLD），处理器也可以采用多核架构。

处理器通过调用存储器存储的计算机程序，用于按照获得的可执行指令执行本公开实施例提供的任一所述方法。处理器与存储器也可以物理上分开布置。

在一个实施例中，所述信道状态信息扩展增强模块包括下采样模块；

所述下采样模块级联于所述编码器的输出侧，用于对所述信道状态信息的反馈开销进行压缩，得到压缩后的反馈开销；

所述扩展增强的信道状态信息包括所述压缩后的反馈开销。

在一个实施例中，所述信道状态信息扩展增强模块包括预变换模块；

所述预变换模块级联于所述编码器的输入侧，用于执行以下至少一项：

调整不同多入多输出 MIMO 层的信道状态信息的概率分布，得到概率分布和维度统一的不同 MIMO 层的信道状态信息；

调整不同 MIMO 端口的信道状态信息的概率分布和/或维度，得到概率分布和维度统一的不同 MIMO 端口的信道状态信息；

所述扩展增强的信道状态信息包括所述概率分布和维度统一的不同 MIMO 层和/或不同 MIMO 端口的信道状态信息。

在一个实施例中，所述信道状态信息扩展增强模块包括子带填充模块；

所述子带填充模块级联于所述编码器的输入侧，用于对所述信道状态信息的子带数进行填充，得到子带填充后的信道状态信息；

所述扩展增强的信道状态信息包括所述子带填充后的信道状态信息。

在一个实施例中，所述下采样模块包括以下任一项配置：

所述下采样模块为池化层；

所述下采样模块为输入维度大于输出维度的全连接层；

所述下采样模块为卷积下采样层。

在一个实施例中，所述下采样模块的输出维度是基于所述反馈开销的种类以及预定的量化比特数确定的。

在一个实施例中，所述预变换模块包括以下任一项配置：

所述预变换模块为恒等变换层；

所述预变换模块在空域和频域分别采用一个全连接层；

所述预变换模块在空域和频域采用一个 2 维卷积层；

所述预变换模块在空域和频域合并维度，采用一个全连接层；

所述预变换模块在空域和频域合并维度，采用一个 1 维卷积层；

所述预变换模块在空域采用一个全连接层；

所述预变换模块在空域采用一个 1 维卷积层。

在一个实施例中，所述子带填充模块具体用于：

在所述信道状态信息的子带数与所述编码器模型的输入子带数的余数大于 0 的情况下，基于所述编码器模型的输入子带数对所述信道状态信息的子带进行分组；

对所述信道状态信息的子带数小于所述编码器模型的输入子带数的目标分组中的子带进行周期循环填充，直到所述目标分组中的子带数量等于所述

编码器模型的输入子带数；

所述周期循环填充包括：根据分组中各子带的排列顺序，依次复制各子带。

在此需要说明的是，本公开实施例提供的上述终端，能够实现上述执行主体为终端的方法实施例所实现的所有方法步骤，且能够达到相同的技术效果，在此不再对本实施例中与方法实施例相同的部分及有益效果进行具体赘述。

图 14 是本公开实施例提供的网络设备的结构示意图，如图 14 所示，所述网络设备包括存储器 1420，收发机 1400，处理器 1410，其中：

存储器 1420，用于存储计算机程序；收发机 1400，用于在所述处理器 1410 的控制下收发数据；处理器 1410，用于读取所述存储器 1420 中的计算机程序并执行以下操作：

接收终端发送的扩展增强的信道状态信息；

将所述扩展增强的信道状态信息输入至解码器模型，得到解码器模型输出的还原信道状态信息；

其中，所述解码器模型包括解码器，以及与所述解码器级联的信道状态信息还原模块。

具体地，收发机 1400，用于在处理器 1410 的控制下接收和发送数据。

其中，在图 14 中，总线架构可以包括任意数量的互联的总线和桥，具体由处理器 1410 代表的一个或多个处理器和存储器 1420 代表的存储器的各种电路链接在一起。总线架构还可以将诸如外围设备、稳压器和功率管理电路等之类的各种其他电路链接在一起，这些都是本领域所公知的，因此，本文不再对其进行进一步描述。总线接口提供接口。收发机 1400 可以是多个元件，即包括发送机和接收机，提供用于在传输介质上与各种其他装置通信的单元，这些传输介质包括无线信道、有线信道、光缆等传输介质。处理器 1410 负责管理总线架构和通常的处理，存储器 1420 可以存储处理器 1410 在执行操作时所使用的数据。

处理器 1410 可以是中央处理器（Central Processing Unit, CPU）、专用集

成电路（Application Specific Integrated Circuit，ASIC）、现场可编程门阵列（Field－Programmable Gate Array，FPGA）或复杂可编程逻辑器件（Complex Programmable Logic Device，CPLD），处理器也可以采用多核架构。

在一个实施例中，所述扩展增强的信道状态信息包括压缩后的反馈开销；所述信道状态信息还原模块包括上采样模块；

所述上采样模块级联于所述解码器的输入侧，用于对所述压缩后的反馈开销进行还原，得到还原的反馈开销。

在一个实施例中，所述扩展增强的信道状态信息包括概率分布和维度统一的不同多输入多输出 MIMO 层和/或不同 MIMO 端口的信道状态信息；所述信道状态信息还原模块包括变换模块；

所述变换模块级联于所述解码器的输出侧，用于执行以下至少一项：

对所述概率分布和维度统一的不同 MIMO 层的信道状态信息进行概率分布还原，得到原始概率分布的不同 MIMO 层的信道状态信息；

对所述概率分布和维度统一的不同 MIMO 端口的信道状态信息进行概率分布和维度还原，得到原始概率分布和维度的不同 MIMO 端口的信道状态信息。

在一个实施例中，所述扩展增强的信道状态信息包括子带填充后的信道状态信息；所述信道状态信息还原模块包括子带裁剪模块；

所述子带裁剪模块级联于所述解码器的输出侧，用于对子带填充后的信道状态信息进行裁剪和/或合并，得到原始子带数量的信道状态信息。

在一个实施例中，所述上采样模块包括以下任一项配置：

所述上采样模块为邻近插值层；

所述上采样模块为输入维度小于输出维度的全连接层；

所述上采样模块为转置卷积上采样层。

在一个实施例中，所述上采样模块的输入维度是基于所述反馈开销的种类以及预定的量化比特数确定的。

在一个实施例中，所述变换模块包括以下任一项配置：

所述变换模块为恒等变换层；

所述变换模块在空域和频域分别采用一个全连接层;

所述变换模块在空域和频域采用一个 2 维转置卷积层;

所述变换模块在空域和频域合并维度，采用一个全连接层;

所述变换模块在空域和频域合并维度，采用一个 1 维卷积层;

所述变换模块在空域采用一个全连接层;

所述变换模块在空域采用一个 1 维卷积层。

在一个实施例中，所述子带裁剪模块具体用于:

对进行过子带周期循环填充的子带分组中的子带进行裁剪和/或合并。

在此需要说明的是，本公开实施例提供的上述网络设备，能够实现上述执行主体为网络设备的方法实施例所实现的所有方法步骤，且能够达到相同的技术效果，在此不再对本实施例中与方法实施例相同的部分及有益效果进行具体赘述。

图 15 是本公开实施例提供的信道状态信息处理装置的结构示意图之一。如图 15 所示，本公开实施例还提供一种信道状态信息处理装置，应用于终端，所述装置包括:

增强模块 1510，用于将信道状态信息输入至编码器模型，得到编码器模型输出的扩展增强的信道状态信息;

发送模块 1520，用于将所述扩展增强的信道状态信息发送至网络设备;

其中，所述编码器模型包括编码器，以及与所述编码器级联的信道状态信息扩展增强模块。

在一个实施例中，所述信道状态信息扩展增强模块包括下采样模块;

所述下采样模块级联于所述编码器的输出侧，用于对所述信道状态信息的反馈开销进行压缩，得到压缩后的反馈开销;

所述扩展增强的信道状态信息包括所述压缩后的反馈开销。

在一个实施例中，所述信道状态信息扩展增强模块包括预变换模块;

所述预变换模块级联于所述编码器的输入侧，用于执行以下至少一项:

调整不同多入多输出 MIMO 层的信道状态信息的概率分布，得到概率分布和维度统一的不同 MIMO 层的信道状态信息;

调整不同 MIMO 端口的信道状态信息的概率分布和/或维度，得到概率分布和维度统一的不同 MIMO 端口的信道状态信息；

所述扩展增强的信道状态信息包括所述概率分布和维度统一的不同 MIMO 层和/或不同 MIMO 端口的信道状态信息。

在一个实施例中，所述信道状态信息扩展增强模块包括子带填充模块；

所述子带填充模块级联于所述编码器的输入侧，用于对所述信道状态信息的子带数进行填充，得到子带填充后的信道状态信息；

所述扩展增强的信道状态信息包括所述子带填充后的信道状态信息。

在一个实施例中，所述下采样模块包括以下任一项配置：

所述下采样模块为池化层；

所述下采样模块为输入维度大于输出维度的全连接层；

所述下采样模块为卷积下采样层。

在一个实施例中，所述下采样模块的输出维度是基于所述反馈开销的种类以及预定的量化比特数确定的。

在一个实施例中，所述预变换模块包括以下任一项配置：

所述预变换模块为恒等变换层；

所述预变换模块在空域和频域分别采用一个全连接层；

所述预变换模块在空域和频域采用一个 2 维转置卷积层；

所述预变换模块在空域和频域合并维度，采用一个全连接层；

所述预变换模块在空域和频域合并维度，采用一个 1 维卷积层；

所述预变换模块在空域采用一个全连接层；

所述预变换模块在空域采用一个 1 维卷积层。

在一个实施例中，所述子带填充模块具体用于：

在所述信道状态信息的子带数与所述编码器模型的输入子带数的余数大于 0 的情况下，基于所述编码器模型的输入子带数对所述信道状态信息的子带进行分组；

对所述信道状态信息的子带数小于所述编码器模型的输入子带数的目标分组中的子带进行周期循环填充，直到所述目标分组中的子带数量等于所述

编码器模型的输入子带数;

所述周期循环填充包括:根据分组中各子带的排列顺序,依次复制各子带。

在此需要说明的是,本公开实施例提供的上述装置,能够实现上述执行主体为终端的方法实施例所实现的所有方法步骤,且能够达到相同的技术效果,在此不再对本实施例中与方法实施例相同的部分及有益效果进行具体赘述。

图 16 是本公开实施例提供的信道状态信息处理装置的结构示意图之二。如图 16 所示,本公开实施例还提供一种信道状态信息处理装置,应用于网络设备,所述装置包括:

接收模块 1610,用于接收终端发送的扩展增强的信道状态信息;

还原模块 1620,用于将所述扩展增强的信道状态信息输入至解码器模型,得到解码器模型输出的还原信道状态信息;

其中,所述解码器模型包括解码器,以及与所述解码器级联的信道状态信息还原模块。

在一个实施例中,所述扩展增强的信道状态信息包括压缩后的反馈开销;所述信道状态信息还原模块包括上采样模块;

所述上采样模块级联于所述解码器的输入侧,用于对所述压缩后的反馈开销进行还原,得到还原的反馈开销。

在一个实施例中,所述扩展增强的信道状态信息包括概率分布和维度统一的不同多输入多输出 MIMO 层和/或不同 MIMO 端口的信道状态信息;所述信道状态信息还原模块包括变换模块;

所述变换模块级联于所述解码器的输出侧,用于执行以下至少一项:

对所述概率分布和维度统一的不同 MIMO 层的信道状态信息进行概率分布还原,得到原始概率分布的不同 MIMO 层的信道状态信息;

对所述概率分布和维度统一的不同 MIMO 端口的信道状态信息进行概率分布和维度还原,得到原始概率分布和维度的不同 MIMO 端口的信道状态信息。

在一个实施例中，所述扩展增强的信道状态信息包括子带填充后的信道状态信息；所述信道状态信息还原模块包括子带裁剪模块；

所述子带裁剪模块级联于所述解码器的输出侧，用于对子带填充后的信道状态信息进行裁剪和/或合并，得到原始子带数量的信道状态信息。

在一个实施例中，所述上采样模块包括以下任一项配置：

所述上采样模块为邻近插值层；

所述上采样模块为输入维度小于输出维度的全连接层；

所述上采样模块为转置卷积上采样层。

在一个实施例中，所述上采样模块的输入维度是基于所述反馈开销的种类以及预定的量化比特数确定的。

在一个实施例中，所述变换模块包括以下任一项配置：

所述变换模块为恒等变换层；

所述变换模块在空域和频域分别采用一个全连接层；

所述变换模块在空域和频域采用一个 2 维转置卷积层；

所述变换模块在空域和频域合并维度，采用一个全连接层；

所述变换模块在空域和频域合并维度，采用一个 1 维卷积层；

所述变换模块在空域采用一个全连接层；

所述变换模块在空域采用一个 1 维卷积层。

在一个实施例中，所述子带裁剪模块具体用于：

对进行过子带周期循环填充的子带分组中的子带进行裁剪和/或合并。

在此需要说明的是，本公开实施例提供的上述装置，能够实现上述执行主体为网络设备的方法实施例所实现的所有方法步骤，且能够达到相同的技术效果，在此不再对本实施例中与方法实施例相同的部分及有益效果进行具体赘述。

需要说明的是，本公开实施例中对单元的划分是示意性的，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式。另外，在本公开各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既

可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个处理器可读取存储介质中。基于这样的理解，本公开的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）或处理器（processor）执行本公开各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（Read-Only Memory ，ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory，RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

另一方面，本公开实施例还提供一种处理器可读存储介质，所述处理器可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序用于使所述处理器执行上述各实施例提供的方法，例如包括：

将信道状态信息输入至编码器模型，得到编码器模型输出的扩展增强的信道状态信息；

将所述扩展增强的信道状态信息发送至网络设备；

其中，所述编码器模型包括编码器，以及所述编码器级联的信道状态信息扩展增强模块。或者，

接收终端发送的扩展增强的信道状态信息；

将所述扩展增强的信道状态信息输入至解码器模型，得到解码器模型输出的还原信道状态信息；

其中，所述解码器模型包括解码器，以及与所述解码器级联的信道状态信息还原模块。

所述处理器可读存储介质可以是处理器能够存取的任何可用介质或数据存储设备，包括但不限于磁性存储器（例如软盘、硬盘、磁带、磁光盘（MO）等）、光学存储器（例如 CD、DVD、BD、HVD 等）、以及半导体存储器（例如 ROM、EPROM、EEPROM、非易失性存储器（NAND FLASH）、固态硬盘（SSD））等。

本公开实施例提供的技术方案可以适用于多种系统，尤其是5G系统。例如适用的系统可以是全球移动通讯（global system of mobile communication，GSM）系统、码分多址（code division multiple access，CDMA）系统、宽带码分多址（Wideband Code Division Multiple Access，WCDMA）通用分组无线业务（general packet radio service，GPRS）系统、长期演进（long term evolution，LTE）系统、LTE频分双工（frequency division duplex，FDD）系统、LTE时分双工（time division duplex，TDD）系统、高级长期演进（long term evolution advanced，LTE-A）系统、通用移动系统（universal mobile telecommunication system，UMTS）、全球互联微波接入（worldwide interoperability for microwave access，WiMAX）系统、5G新空口（New Radio, NR）系统等。这多种系统中均包括终端设备和网络设备。系统中还可以包括核心网部分，例如演进的分组系统（Evloved Packet System, EPS）、5G系统（5GS）等。

本公开实施例涉及的终端设备，可以是指向用户提供语音和/或数据连通性的设备，具有无线连接功能的手持式设备、或连接到无线调制解调器的其他处理设备等。在不同的系统中，终端设备的名称可能也不相同，例如在5G系统中，终端设备可以称为用户设备（User Equipment，UE）。无线终端设备可以经无线接入网（Radio Access Network, RAN）与一个或多个核心网（Core Network, CN）进行通信，无线终端设备可以是移动终端设备，如移动电话（或称为“蜂窝”电话）和具有移动终端设备的计算机，例如，可以是便携式、袖珍式、手持式、计算机内置的或者车载的移动装置，它们与无线接入网交换语言和/或数据。例如，个人通信业务（Personal Communication Service，PCS）电话、无绳电话、会话发起协议（Session Initiated Protocol，SIP）话机、无线本地环路（Wireless Local Loop，WLL）站、个人数字助理（Personal Digital Assistant，PDA）等设备。无线终端设备也可以称为系统、订户单元（subscriber unit）、订户站（subscriber station），移动站（mobile station）、移动台（mobile）、远程站（remote station）、接入点（access point）、远程终端设备（remote terminal）、接入终端设备（access terminal）、用户终端设备（user terminal）、用户代理（user agent）、用户装置（user device），本公开实施例中并不限定。

本公开实施例涉及的网络设备，可以是基站，该基站可以包括多个为终端提供服务的小区。根据具体应用场合不同，基站又可以称为接入点，或者可以是接入网中在空中接口上通过一个或多个扇区与无线终端设备通信的设备，或者其它名称。网络设备可用于将收到的空中帧与网际协议（Internet Protocol，IP）分组进行相互更换，作为无线终端设备与接入网的其余部分之间的路由器，其中接入网的其余部分可包括网际协议（IP）通信网络。网络设备还可协调对空中接口的属性管理。例如，本公开实施例涉及的网络设备可以是全球移动通信系统（Global System for Mobile communications，GSM）或码分多址接入（Code Division Multiple Access，CDMA）中的网络设备（Base Transceiver Station，BTS），也可以是带宽码分多址接入（Wide-band Code Division Multiple Access，WCDMA）中的网络设备（NodeB），还可以是长期演进（long term evolution，LTE）系统中的演进型网络设备（evolutional Node B，eNB 或 e-NodeB）、5G 网络架构（next generation system）中的 5G 基站（gNB），也可以是家庭演进基站（Home evolved Node B，HeNB）、中继节点（relay node）、家庭基站（femto）、微微基站（pico）等，本公开实施例中并不限定。在一些网络结构中，网络设备可以包括集中单元（centralized unit，CU）节点和分布单元（distributed unit，DU）节点，集中单元和分布单元也可以地理上分开布置。

网络设备与终端设备之间可以各自使用一或多根天线进行多输入多输出（Multi Input Multi Output, MIMO）传输，MIMO 传输可以是单用户 MIMO（Single User MIMO, SU-MIMO）或多用户 MIMO（Multiple User MIMO, MU-MIMO）。根据根天线组合的形态和数量，MIMO 传输可以是 2D-MIMO、3D-MIMO、FD-MIMO 或 massive-MIMO，也可以是分集传输或预编码传输或波束赋形传输等。

本领域内的技术人员应明白，本公开的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本公开可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本公开可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存

储器和光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本公开是参照根据本公开实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和／或方框图来描述的。应理解可由计算机可执行指令实现流程图和／或方框图中的每一流程和／或方框、以及流程图和／或方框图中的流程和／或方框的结合。可提供这些计算机可执行指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和／或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些处理器可执行指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的处理器可读存储器中，使得存储在该处理器可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和／或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些处理器可执行指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和／或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

显然，本领域的技术人员可以对本公开进行各种改动和变型而不脱离本公开的精神和范围。这样，倘若本公开的这些修改和变型属于本公开权利要求及其等同技术的范围之内，则本公开也意图包含这些改动和变型在内。

权 利 要 求 书

1、一种信道状态信息处理方法，应用于终端，所述方法包括:

将信道状态信息输入至编码器模型，得到所述编码器模型输出的扩展增强的信道状态信息;

将所述扩展增强的信道状态信息发送至网络设备;

其中，所述编码器模型包括编码器，以及与所述编码器级联的信道状态信息扩展增强模块。

2、根据权利要求 1 所述的信道状态信息处理方法，其中，所述信道状态信息扩展增强模块包括下采样模块;

所述下采样模块级联于所述编码器的输出侧，用于对所述信道状态信息的反馈开销进行压缩，得到压缩后的反馈开销;

所述扩展增强的信道状态信息包括所述压缩后的反馈开销。

3、根据权利要求 1 所述的信道状态信息处理方法，其中，所述信道状态信息扩展增强模块包括预变换模块;

所述预变换模块级联于所述编码器的输入侧，用于执行以下至少一项:

调整不同多入多输出 MIMO 层的信道状态信息的概率分布，得到概率分布和维度统一的不同 MIMO 层的信道状态信息;

调整不同 MIMO 端口的信道状态信息的概率分布和/或维度，得到概率分布和维度统一的不同 MIMO 端口的信道状态信息;

所述扩展增强的信道状态信息包括所述概率分布和维度统一的不同 MIMO 层和/或不同 MIMO 端口的信道状态信息。

4、根据权利要求 1 所述的信道状态信息处理方法，其中，所述信道状态信息扩展增强模块包括子带填充模块;

所述子带填充模块级联于所述编码器的输入侧，用于对所述信道状态信息的子带数进行填充，得到子带填充后的信道状态信息;

所述扩展增强的信道状态信息包括所述子带填充后的信道状态信息。

5、根据权利要求 2 所述的信道状态信息处理方法，其中，所述下采样模块包括以下任一项配置:

所述下采样模块为池化层;

所述下采样模块为输入维度大于输出维度的全连接层;

所述下采样模块为卷积下采样层。

6、根据权利要求 5 所述的信道状态信息处理方法，其中，所述下采样模块的输出维度是基于所述反馈开销的种类以及预定的量化比特数确定的。

7、根据权利要求 3 所述的信道状态信息处理方法，其中，所述预变换模块包括以下任一项配置:

所述预变换模块为恒等变换层;

所述预变换模块在空域和频域分别采用一个全连接层;

所述预变换模块在空域和频域采用一个 2 维卷积层;

所述预变换模块在空域和频域合并维度，采用一个全连接层;

所述预变换模块在空域和频域合并维度，采用一个 1 维卷积层;

所述预变换模块在空域采用一个全连接层;

所述预变换模块在空域采用一个 1 维卷积层。

8、根据权利要求 4 所述的信道状态信息处理方法，其中，所述子带填充模块具体用于:

在所述信道状态信息的子带数与所述编码器模型的输入子带数的余数大于 0 的情况下，基于所述编码器模型的输入子带数对所述信道状态信息的子带进行分组;

对所述信道状态信息的子带数小于所述编码器模型的输入子带数的目标分组中的子带进行周期循环填充，直到所述目标分组中的子带数量等于所述编码器模型的输入子带数;

所述周期循环填充包括: 根据分组中各子带的排列顺序，依次复制各子带。

9、一种信道状态信息处理方法，应用于网络设备，所述方法包括:

接收终端发送的扩展增强的信道状态信息;

将所述扩展增强的信道状态信息输入至解码器模型，得到所述解码器模型输出的还原信道状态信息;

其中，所述解码器模型包括解码器，以及与所述解码器级联的信道状态信息还原模块。

10、根据权利要求 9 所述的信道状态信息处理方法，其中，所述扩展增强的信道状态信息包括压缩后的反馈开销；所述信道状态信息还原模块包括上采样模块；

所述上采样模块级联于所述解码器的输入侧，用于对所述压缩后的反馈开销进行还原，得到还原的反馈开销。

11、根据权利要求 9 所述的信道状态信息处理方法，其中，所述扩展增强的信道状态信息包括概率分布和维度统一的不同多输入多输出 MIMO 层和/或不同 MIMO 端口的信道状态信息；所述信道状态信息还原模块包括变换模块；

所述变换模块级联于所述解码器的输出侧，用于执行以下至少一项：

对所述概率分布和维度统一的不同 MIMO 层的信道状态信息进行概率分布还原，得到原始概率分布的不同 MIMO 层的信道状态信息；

对所述概率分布和维度统一的不同 MIMO 端口的信道状态信息进行概率分布和维度还原，得到原始概率分布和维度的不同 MIMO 端口的信道状态信息。

12、根据权利要求 9 所述的信道状态信息处理方法，其中，所述扩展增强的信道状态信息包括子带填充后的信道状态信息；所述信道状态信息还原模块包括子带裁剪模块；

所述子带裁剪模块级联于所述解码器的输出侧，用于对子带填充后的信道状态信息进行裁剪和/或合并，得到原始子带数量的信道状态信息。

13、根据权利要求 10 所述的信道状态信息处理方法，其中，所述上采样模块包括以下任一项配置：

所述上采样模块为邻近插值层；

所述上采样模块为输入维度小于输出维度的全连接层；

所述上采样模块为转置卷积上采样层。

14、根据权利要求 13 所述的信道状态信息处理方法，其中，所述上采样

模块的输入维度是基于所述反馈开销的种类以及预定的量化比特数确定的。

15、根据权利要求 11 所述的信道状态信息处理方法，其中，所述变换模块包括以下任一项配置:

所述变换模块为恒等变换层;

所述变换模块在空域和频域分别采用一个全连接层;

所述变换模块在空域和频域采用一个 2 维转置卷积层;

所述变换模块在空域和频域合并维度，采用一个全连接层;

所述变换模块在空域和频域合并维度，采用一个 1 维卷积层;

所述变换模块在空域采用一个全连接层;

所述变换模块在空域采用一个 1 维卷积层。

16、根据权利要求 12 所述的信道状态信息处理方法，其中，所述子带裁剪模块具体用于:

对进行过子带周期循环填充的子带分组中的子带进行裁剪和/或合并。

17、一种终端，包括存储器，收发机，处理器:

存储器，用于存储计算机程序; 收发机，用于在所述处理器的控制下收发数据; 处理器，用于读取所述存储器中的计算机程序并执行以下操作:

将信道状态信息输入至编码器模型，得到所述编码器模型输出的扩展增强的信道状态信息;

将所述扩展增强的信道状态信息发送至网络设备;

其中，所述编码器模型包括编码器，以及与所述编码器级联的信道状态信息扩展增强模块。

18、根据权利要求 17 所述的终端，其中，所述信道状态信息扩展增强模块包括下采样模块;

所述下采样模块级联于所述编码器的输出侧，用于对所述信道状态信息的反馈开销进行压缩，得到压缩后的反馈开销;

所述扩展增强的信道状态信息包括所述压缩后的反馈开销。

19、根据权利要求 17 所述的终端，其中，所述信道状态信息扩展增强模块包括预变换模块;

所述预变换模块级联于所述编码器的输入侧，用于执行以下至少一项：

调整不同多入多输出 MIMO 层的信道状态信息的概率分布，得到概率分布和维度统一的不同 MIMO 层的信道状态信息；

调整不同 MIMO 端口的信道状态信息的概率分布和/或维度，得到概率分布和维度统一的不同 MIMO 端口的信道状态信息；

所述扩展增强的信道状态信息包括所述概率分布和维度统一的不同 MIMO 层和/或不同 MIMO 端口的信道状态信息。

20、根据权利要求 17 所述的终端，其中，所述信道状态信息扩展增强模块包括子带填充模块；

所述子带填充模块级联于所述编码器的输入侧，用于对所述信道状态信息的子带数进行填充，得到子带填充后的信道状态信息；

所述扩展增强的信道状态信息包括所述子带填充后的信道状态信息。

21、根据权利要求 18 所述的终端，其中，所述下采样模块包括以下任一项配置：

所述下采样模块为池化层；

所述下采样模块为输入维度大于输出维度的全连接层；

所述下采样模块为卷积下采样层。

22、根据权利要求 21 所述的终端，其中，所述下采样模块的输出维度是基于所述反馈开销的种类以及预定的量化比特数确定的。

23、根据权利要求 19 所述的终端，其中，所述预变换模块包括以下任一项配置：

所述预变换模块为恒等变换层；

所述预变换模块在空域和频域分别采用一个全连接层；

所述预变换模块在空域和频域采用一个 2 维卷积层；

所述预变换模块在空域和频域合并维度，采用一个全连接层；

所述预变换模块在空域和频域合并维度，采用一个 1 维卷积层；

所述预变换模块在空域采用一个全连接层；

所述预变换模块在空域采用一个 1 维卷积层。

24、根据权利要求 20 所述的终端，其中，所述子带填充模块具体用于：

在所述信道状态信息的子带数与所述编码器模型的输入子带数的余数大于 0 的情况下，基于所述编码器模型的输入子带数对所述信道状态信息的子带进行分组；

对所述信道状态信息的子带数小于所述编码器模型的输入子带数的目标分组中的子带进行周期循环填充，直到所述目标分组中的子带数量等于所述编码器模型的输入子带数；

所述周期循环填充包括：根据分组中各子带的排列顺序，依次复制各子带。

25、一种网络设备，包括存储器，收发机，处理器：

存储器，用于存储计算机程序；收发机，用于在所述处理器的控制下收发数据；处理器，用于读取所述存储器中的计算机程序并执行以下操作：

接收终端发送的扩展增强的信道状态信息；

将所述扩展增强的信道状态信息输入至解码器模型，得到所述解码器模型输出的还原信道状态信息；

其中，所述解码器模型包括解码器，以及与所述解码器级联的信道状态信息还原模块。

26、根据权利要求 25 所述的网络设备，其中，所述扩展增强的信道状态信息包括压缩后的反馈开销；所述信道状态信息还原模块包括上采样模块；

所述上采样模块级联于所述解码器的输入侧，用于对所述压缩后的反馈开销进行还原，得到还原的反馈开销。

27、根据权利要求 25 所述的网络设备，其中，所述扩展增强的信道状态信息包括概率分布和维度统一的不同多输入多输出 MIMO 层和/或不同 MIMO 端口的信道状态信息；所述信道状态信息还原模块包括变换模块；

所述变换模块级联于所述解码器的输出侧，用于执行以下至少一项：

对所述概率分布和维度统一的不同 MIMO 层的信道状态信息进行概率分布还原，得到原始概率分布的不同 MIMO 层的信道状态信息；

对所述概率分布和维度统一的不同 MIMO 端口的信道状态信息进行概率

分布和维度还原，得到原始概率分布和维度的不同 MIMO 端口的信道状态信息。

28、根据权利要求 25 所述的网络设备，其中，所述扩展增强的信道状态信息包括子带填充后的信道状态信息；所述信道状态信息还原模块包括子带裁剪模块；

所述子带裁剪模块级联于所述解码器的输出侧，用于对子带填充后的信道状态信息进行裁剪和/或合并，得到原始子带数量的信道状态信息。

29、根据权利要求 26 所述的网络设备，其中，所述上采样模块包括以下任一项配置：

所述上采样模块为邻近插值层；

所述上采样模块为输入维度小于输出维度的全连接层；

所述上采样模块为转置卷积上采样层。

30、根据权利要求 29 所述的网络设备，其中，所述上采样模块的输入维度是基于所述反馈开销的种类以及预定的量化比特数确定的。

31、根据权利要求 27 所述的网络设备，其中，所述变换模块包括以下任一项配置：

所述变换模块为恒等变换层；

所述变换模块在空域和频域分别采用一个全连接层；

所述变换模块在空域和频域采用一个 2 维转置卷积层；

所述变换模块在空域和频域合并维度，采用一个全连接层；

所述变换模块在空域和频域合并维度，采用一个 1 维卷积层；

所述变换模块在空域采用一个全连接层；

所述变换模块在空域采用一个 1 维卷积层。

32、根据权利要求 28 所述的信道状态信息处理方法，其中，所述子带裁剪模块具体用于：

对进行过子带周期循环填充的子带分组中的子带进行裁剪和/或合并。

33、一种信道状态信息处理装置，所述装置包括：

增强模块，用于将信道状态信息输入至编码器模型，得到所述编码器模

型输出的扩展增强的信道状态信息;

发送模块，用于将所述扩展增强的信道状态信息发送至网络设备;

其中，所述编码器模型包括编码器，以及与所述编码器级联的信道状态信息扩展增强模块。

34、根据权利要求 33 所述的信道状态信息处理装置，其中，所述信道状态信息扩展增强模块包括下采样模块;

所述下采样模块级联于所述编码器的输出侧，用于对所述信道状态信息的反馈开销进行压缩，得到压缩后的反馈开销;

所述扩展增强的信道状态信息包括所述压缩后的反馈开销。

35、根据权利要求 33 所述的信道状态信息处理装置，其中，所述信道状态信息扩展增强模块包括预变换模块;

所述预变换模块级联于所述编码器的输入侧，用于执行以下至少一项:

调整不同多入多输出 MIMO 层的信道状态信息的概率分布，得到概率分布和维度统一的不同 MIMO 层的信道状态信息;

调整不同 MIMO 端口的信道状态信息的概率分布和/或维度，得到概率分布和维度统一的不同 MIMO 端口的信道状态信息;

所述扩展增强的信道状态信息包括所述概率分布和维度统一的不同 MIMO 层和/或不同 MIMO 端口的信道状态信息。

36、根据权利要求 33 所述的信道状态信息处理装置，其中，所述信道状态信息扩展增强模块包括子带填充模块;

所述子带填充模块级联于所述编码器的输入侧，用于对所述信道状态信息的子带数进行填充，得到子带填充后的信道状态信息;

所述扩展增强的信道状态信息包括所述子带填充后的信道状态信息。

37、根据权利要求 34 所述的信道状态信息处理装置，其中，所述下采样模块包括以下任一项配置:

所述下采样模块为池化层;

所述下采样模块为输入维度大于输出维度的全连接层;

所述下采样模块为卷积下采样层。

38、根据权利要求37所述的信道状态信息处理装置，其中，所述下采样模块的输出维度是基于所述反馈开销的种类以及预定的量化比特数确定的。

39、根据权利要求35所述的信道状态信息处理装置，其中，所述预变换模块包括以下任一项配置:

所述预变换模块为恒等变换层;

所述预变换模块在空域和频域分别采用一个全连接层;

所述预变换模块在空域和频域采用一个2维卷积层;

所述预变换模块在空域和频域合并维度，采用一个全连接层;

所述预变换模块在空域和频域合并维度，采用一个1维卷积层;

所述预变换模块在空域采用一个全连接层;

所述预变换模块在空域采用一个1维卷积层。

40、根据权利要求36所述的信道状态信息处理装置，其中，所述子带填充模块具体用于:

在所述信道状态信息的子带数与所述编码器模型的输入子带数的余数大于0的情况下，基于所述编码器模型的输入子带数对所述信道状态信息的子带进行分组;

对所述信道状态信息的子带数小于所述编码器模型的输入子带数的目标分组中的子带进行周期循环填充，直到所述目标分组中的子带数量等于所述编码器模型的输入子带数;

所述周期循环填充包括：根据分组中各子带的排列顺序，依次复制各子带。

41、一种信道状态信息处理装置，所述装置包括:

接收模块，用于接收终端发送的扩展增强的信道状态信息;

还原模块，用于将所述扩展增强的信道状态信息输入至解码器模型，得到所述解码器模型输出的还原信道状态信息;

其中，所述解码器模型包括解码器，以及与所述解码器级联的信道状态信息还原模块。

42、根据权利要求41所述的信道状态信息处理装置，其中，所述扩展增

强的信道状态信息包括压缩后的反馈开销；所述信道状态信息还原模块包括上采样模块；

所述上采样模块级联于所述解码器的输入侧，用于对所述压缩后的反馈开销进行还原，得到还原的反馈开销。

43、根据权利要求41所述的信道状态信息处理装置，其中，所述扩展增强的信道状态信息包括概率分布和维度统一的不同多输入多输出MIMO层和/或不同MIMO端口的信道状态信息；所述信道状态信息还原模块包括变换模块；

所述变换模块级联于所述解码器的输出侧，用于执行以下至少一项：

对所述概率分布和维度统一的不同MIMO层的信道状态信息进行概率分布还原，得到原始概率分布的不同MIMO层的信道状态信息；

对所述概率分布和维度统一的不同MIMO端口的信道状态信息进行概率分布和维度还原，得到原始概率分布和维度的不同MIMO端口的信道状态信息。

44、根据权利要求41所述的信道状态信息处理装置，其中，所述扩展增强的信道状态信息包括子带填充后的信道状态信息；所述信道状态信息还原模块包括子带裁剪模块；

所述子带裁剪模块级联于所述解码器的输出侧，用于对子带填充后的信道状态信息进行裁剪和/或合并，得到原始子带数量的信道状态信息。

45、根据权利要求42所述的信道状态信息处理装置，其中，所述上采样模块包括以下任一项配置：

所述上采样模块为邻近插值层；

所述上采样模块为输入维度小于输出维度的全连接层；

所述上采样模块为转置卷积上采样层。

46、根据权利要求45所述的信道状态信息处理装置，其中，所述上采样模块的输入维度是基于所述反馈开销的种类以及预定的量化比特数确定的。

47、根据权利要求43所述的信道状态信息处理装置，其中，所述变换模块包括以下任一项配置：

所述变换模块为恒等变换层；

所述变换模块在空域和频域分别采用一个全连接层；

所述变换模块在空域和频域采用一个 2 维转置卷积层；

所述变换模块在空域和频域合并维度，采用一个全连接层；

所述变换模块在空域和频域合并维度，采用一个 1 维卷积层；

所述变换模块在空域采用一个全连接层；

所述变换模块在空域采用一个 1 维卷积层。

48、根据权利要求 44 所述的信道状态信息处理装置，其中，所述子带裁剪模块具体用于：

对进行过子带周期循环填充的子带分组中的子带进行裁剪和/或合并。

49、一种处理器可读存储介质，所述处理器可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序用于使所述处理器执行权利要求 1 至 8 任一项所述的方法，或者执行权利要求 9 至 16 任一项所述的方法。

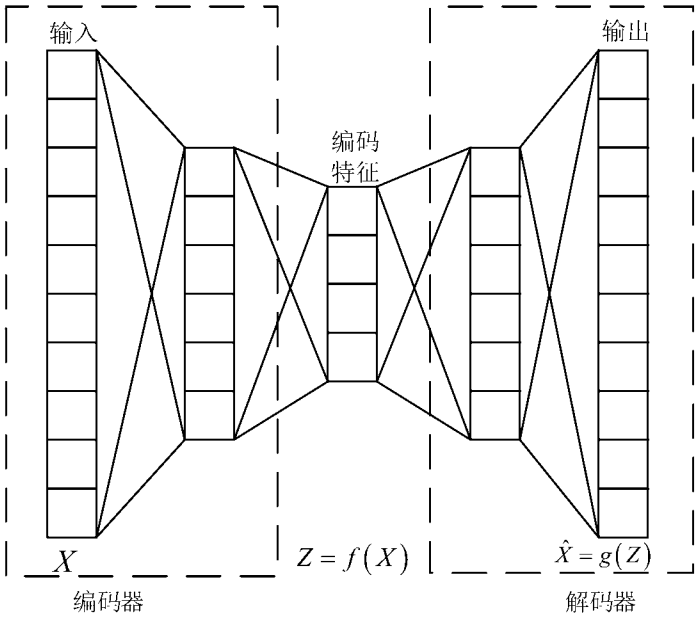

输入
输出
编码
特征
X
$Z = f(X)$
$\hat{X} = g(Z)$
编码器
解码器

图 1

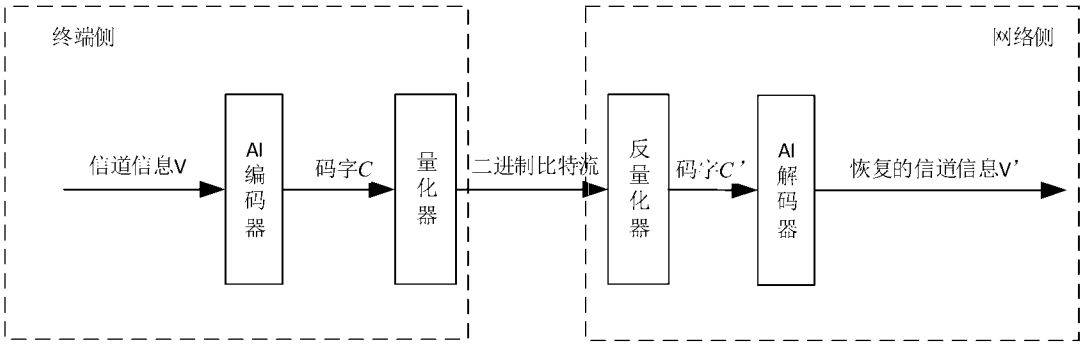

终端侧
网络侧
信道信息V
AI
编
码
器
码字C
量
化
器
二进制比特流
反
量
化
器
码字C'
AI
解
码
器
恢复的信道信息V'

图 2

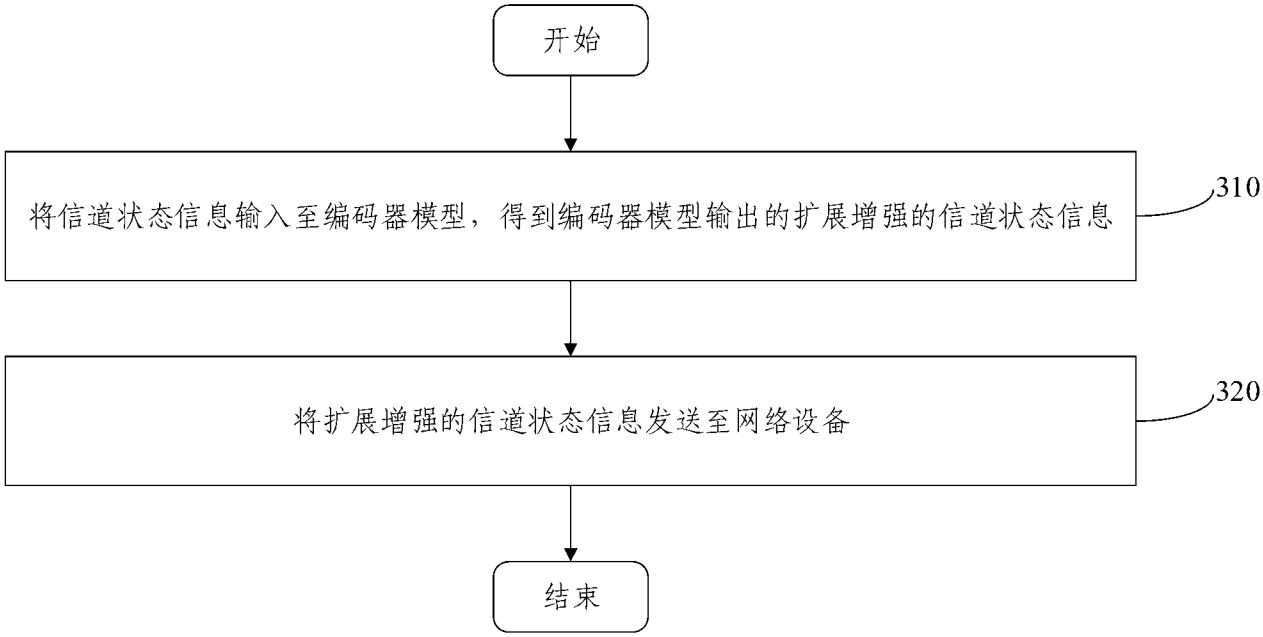

开始
将信道状态信息输入至编码器模型，得到编码器模型输出的扩展增强的信道状态信息
310
将扩展增强的信道状态信息发送至网络设备
320
结束

图 3

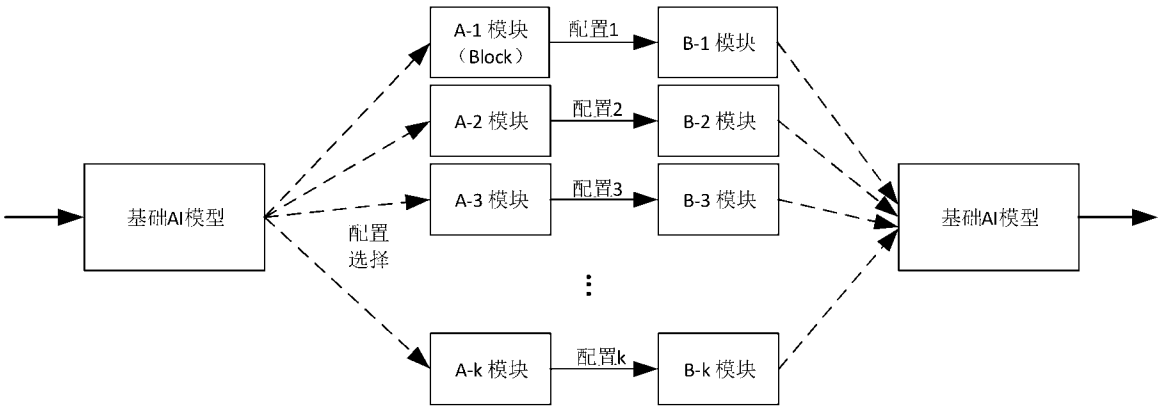

基础AI模型
配置
选择
A-1 模块
（Block）
配置1
B-1 模块
A-2 模块
配置2
B-2 模块
A-3 模块
配置3
B-3 模块
A-k 模块
配置k
B-k 模块
基础AI模型

图 4

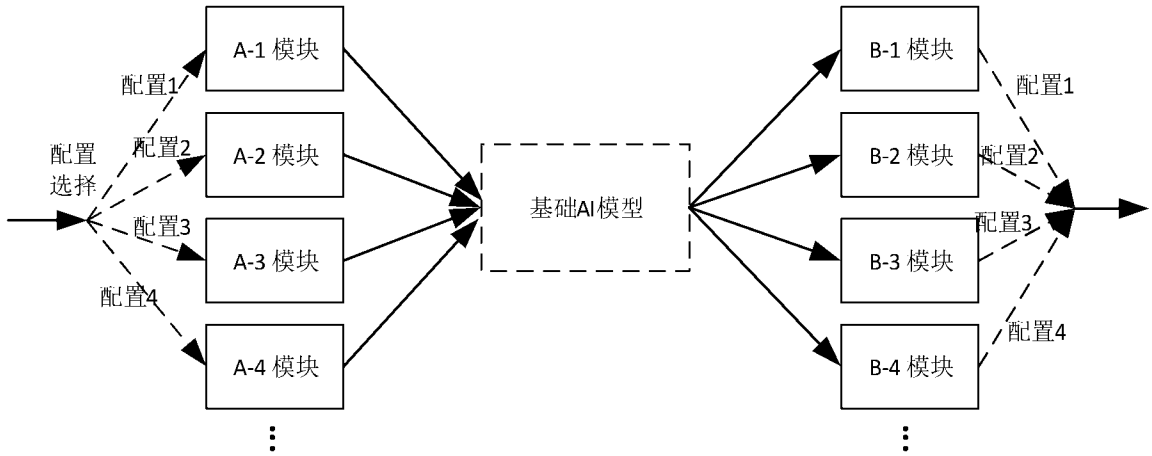

A-1 模块
A-2 模块
A-3 模块
A-4 模块
配置1
配置2
配置3
配置4
配置选择
基础AI模型
B-1 模块
B-2 模块
B-3 模块
B-4 模块
配置1
配置2
配置3
配置4

图 5


$N_{subband} \times N_{port} \times 2$
子带填充模块
$N_{subband,AI} \times N_{port} \times 2$
AI基础模型
$N_{subband,AI} \times N_{port} \times 2$
子带裁剪模块
$N_{subband} \times N_{port} \times 2$

图 6

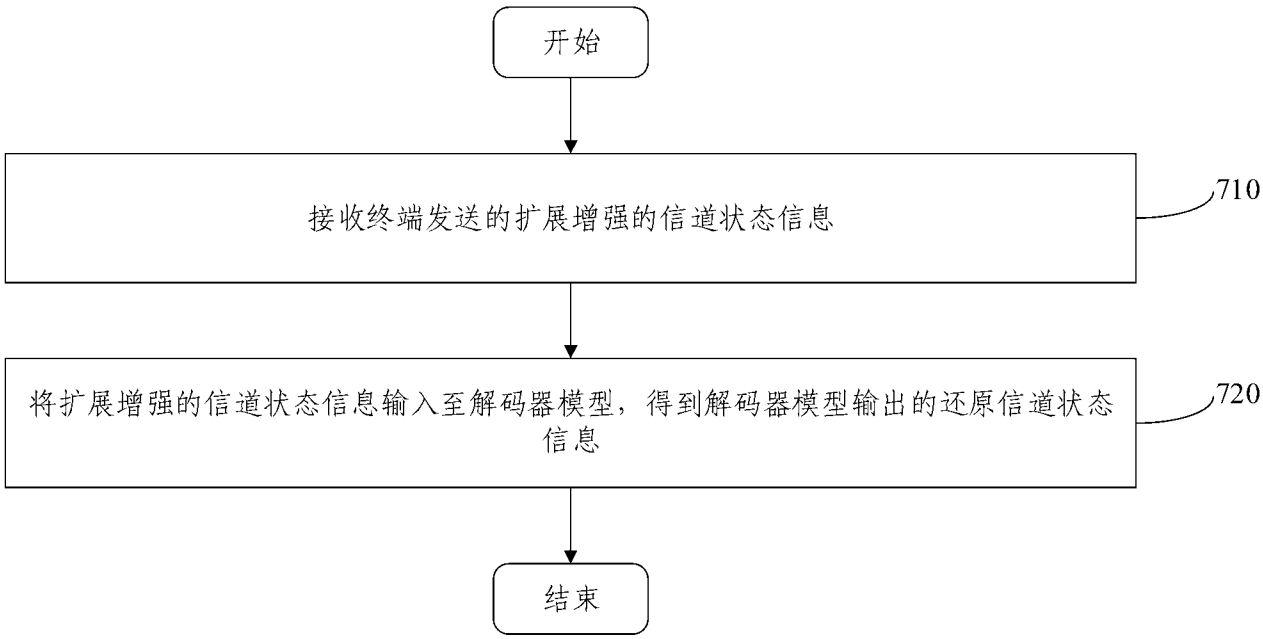

开始
接收终端发送的扩展增强的信道状态信息
710
将扩展增强的信道状态信息输入至解码器模型，得到解码器模型输出的还原信道状态信息
720
结束

图 7

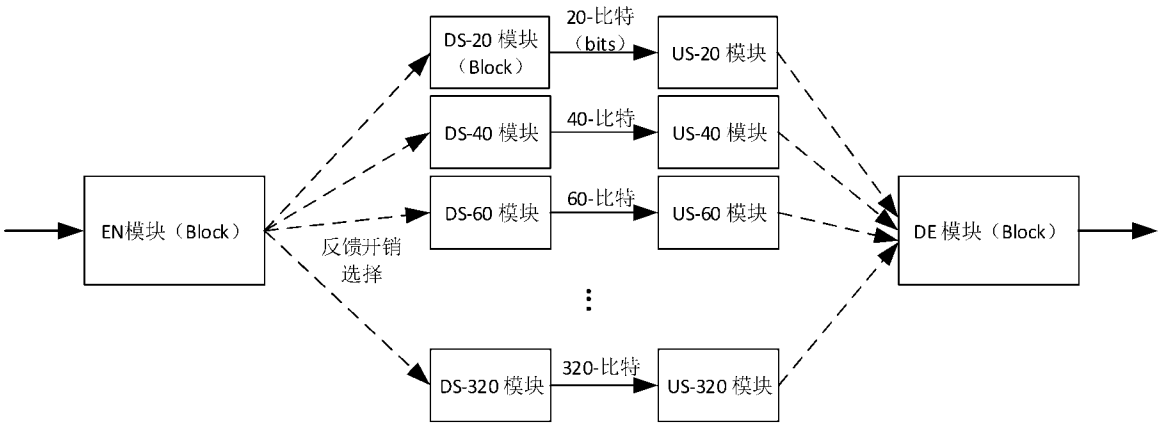

EN模块（Block）
反馈开销选择
DS-20 模块（Block）
DS-40 模块
DS-60 模块
DS-320 模块
20-比特（bits）
40-比特
60-比特
320-比特
US-20 模块
US-40 模块
US-60 模块
US-320 模块
DE 模块（Block）

图 8

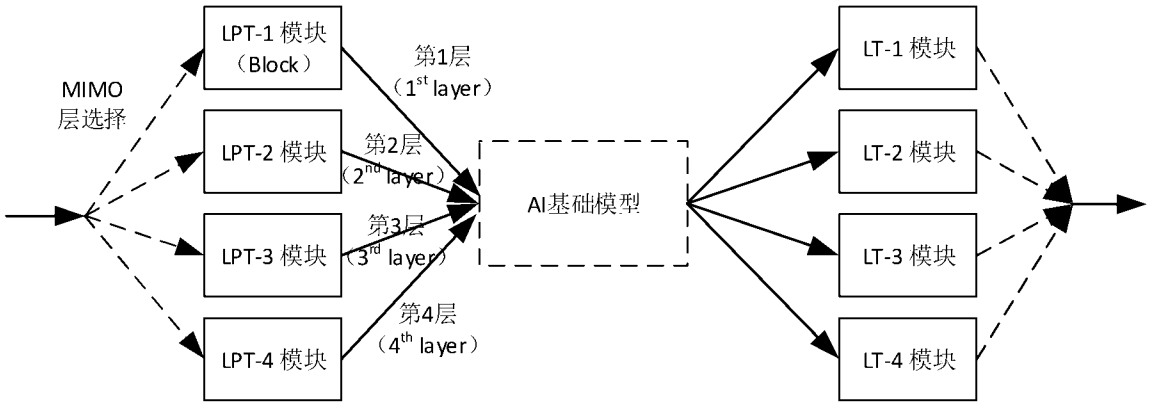

MIMO层选择
LPT-1 模块（Block）
LPT-2 模块
LPT-3 模块
LPT-4 模块
第1层（1st layer）
第2层（2nd layer）
第3层（3rd layer）
第4层（4th layer）
AI基础模型
LT-1 模块
LT-2 模块
LT-3 模块
LT-4 模块

图 9

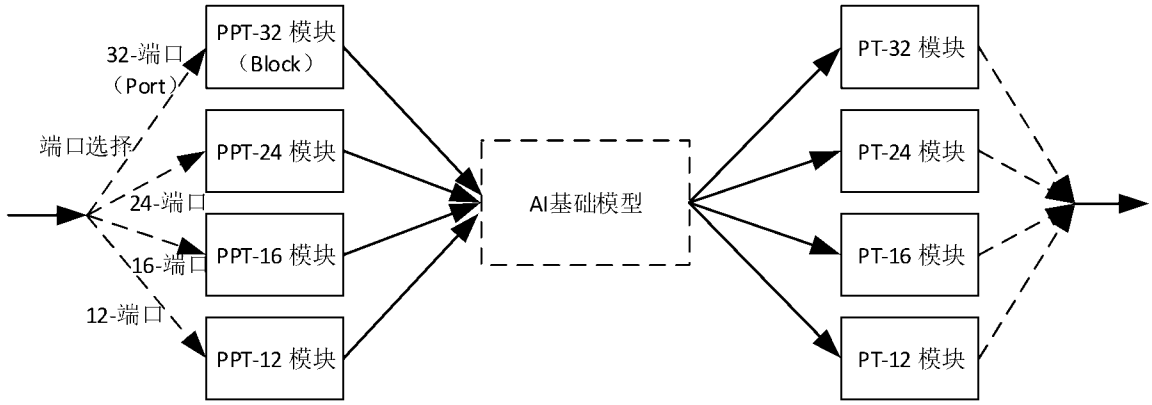

32-端口
（Port）
端口选择
24-端口
16-端口
12-端口
PPT-32 模块
（Block）
PPT-24 模块
PPT-16 模块
PPT-12 模块
AI基础模型
PT-32 模块
PT-24 模块
PT-16 模块
PT-12 模块

图 10

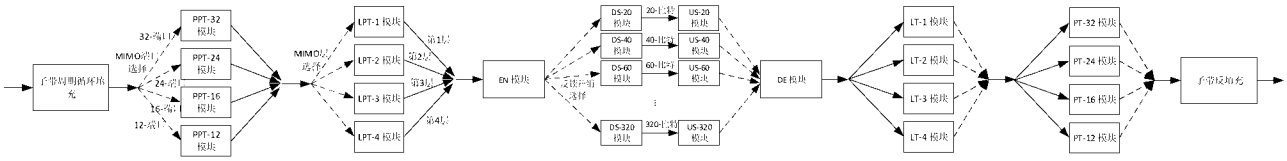


图 11

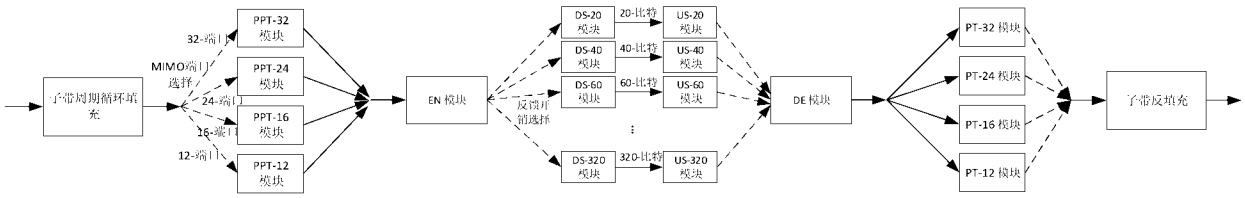


图 12

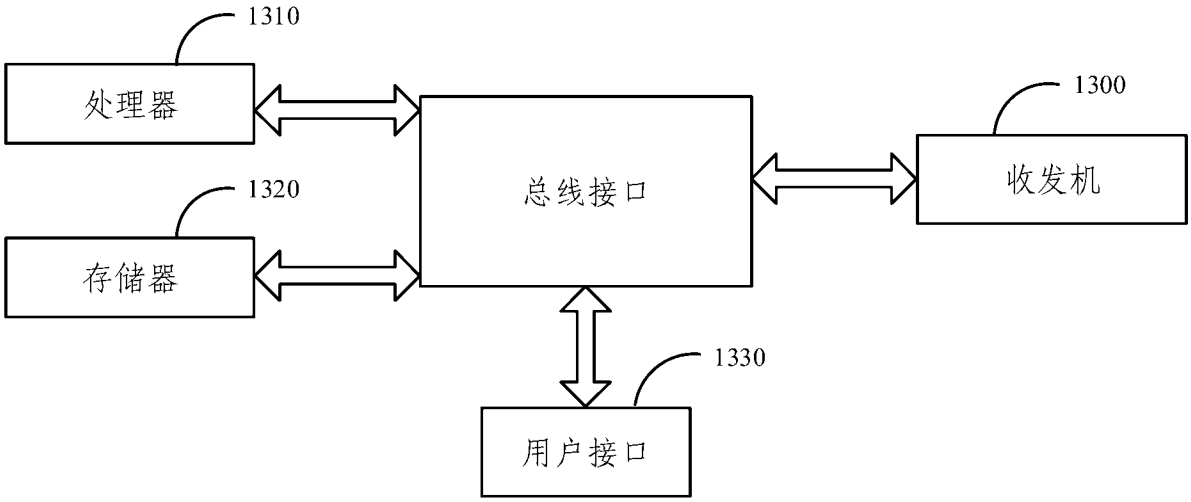


图 13

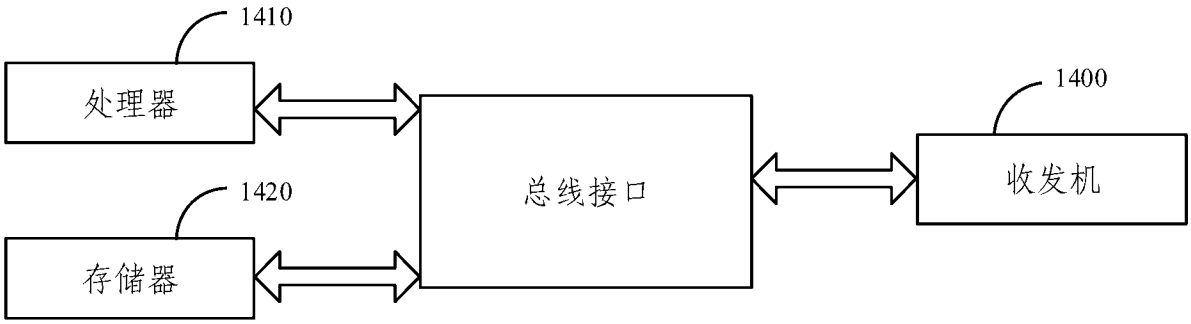


图 14

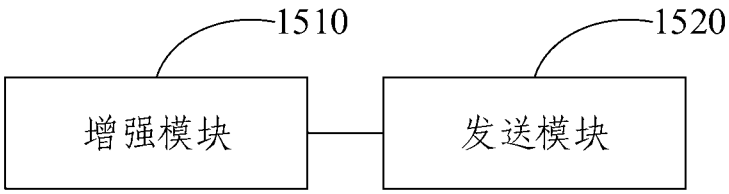


图 15

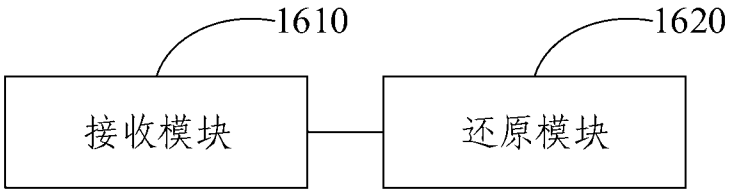


图 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2023/112162

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B7/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, IEEE, 3GPP, CNTXT, DWPI, ENTXT, ENTXTC, VEN: 信道状态, 增强, 扩展, 解码, 编码, 并联, 并行, 多个, 多路, 级联, 人工智能, 机器学习, 神经网络, CSI, enhanc+, scalab+, extend+, decoder, encoder, parallel, number, multi+, AI, ML, neural network , +NN

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CATT. "Evaluation on AI/ML for CSI feedback enhancement" *3GPP TSG RAN WG1 #112, R1-2300671,* 03 March 2023 (2023-03-03), pp. 7-11	1-49
PX	JIN, Liqiang et al. "Scalable Framework for Deep Learning based CSI Feedback" *https://arxiv.org/pdf/2210.09849.pdf,* 18 October 2022 (2022-10-18), pp. 1-6	1-49
X	CN 114501353 A (VIVO COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 13 May 2022 (2022-05-13) description, paragraphs [0032]-[0167] and [0271]-[0290]	9-16, 25-32, 41-49
Y	CN 114501353 A (VIVO COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 13 May 2022 (2022-05-13) description, paragraphs [0032]-[0167] and [0271]-[0290]	1-8, 17-24, 33-40, 49
Y	CN 109672464 A (XIDIAN UNIVERSITY) 23 April 2019 (2019-04-23) description, paragraphs [0028]-[0059]	1-8, 17-24, 33-40, 49

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 October 2023	**20 October 2023**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 114172765 A (CHINA ACADEMY OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY) 11 March 2022 (2022-03-11) entire document	1-49
A	CN 114884549 A (YANTAI BRANCH, INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCE) 09 August 2022 (2022-08-09) entire document	1-49
A	US 2021319286 A1 (IMPERIAL COLLEGE SCIENCE TECHNOLOGY AND MEDICINE) 14 October 2021 (2021-10-14) entire document	1-49

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2023/112162

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 114501353 A	13 May 2022	WO 2022083619 A1	28 April 2022
		US 2023261815 A1	17 August 2023
		EP 4220486 A1	02 August 2023
CN 109672464 A	23 April 2019	None	
CN 114172765 A	11 March 2022	WO 2023097869 A1	08 June 2023
CN 114884549 A	09 August 2022	None	
US 2021319286 A1	14 October 2021	EP 3837844 A1	23 June 2021
		WO 2020035683 A1	20 February 2020
		GB 2576499 A	26 February 2020

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2023/112162

A. 主题的分类

H04B7/06(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC：H04B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNKI,IEEE,3GPP,CNTXT,DWPI,ENTXT,ENTXTC,VEN: 信道状态,增强,扩展,解码,编码,并联,并行,多个,多路,级联,人工智能,机器学习,神经网络,CSI, enhanc+, scalab+, extend+, decoder,encoder, parallel, number, multi+,AI, ML, neural network ,+NN

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
PX	CATT. "Evaluation on AI/ML for CSI feedback enhancement" 3GPP TSG RAN WG1 #112 R1-2300671, 2023年3月3日 (2023 - 03 - 03)， 7-11页	1-49
PX	JIN，Liqiang 等. "Scalable Framework for Deep Learning based CSI Feedback" https://arxiv.org/pdf/2210.09849.pdf, 2022年10月18日 (2022 - 10 - 18)， 1-6页	1-49
X	CN 114501353 A (维沃移动通信有限公司) 2022年5月13日 (2022 - 05 - 13) 说明书[0032]-[0167]，[0271]-[0290]段	9-16,25-32,41-49
Y	CN 114501353 A (维沃移动通信有限公司) 2022年5月13日 (2022 - 05 - 13) 说明书[0032]-[0167]，[0271]-[0290]段	1-8,17-24,33-40,49
Y	CN 109672464 A (西安电子科技大学) 2019年4月23日 (2019 - 04 - 23) 说明书[0028]-[0059]段	1-8,17-24,33-40,49
A	CN 114172765 A (中国信息通信研究院) 2022年3月11日 (2022 - 03 - 11) 全文	1-49

☑ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2023年10月12日	2023年10月20日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	受权官员 佟璐 电话号码 (+86) 010-53960612

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 114884549 A (烟台中科网络技术研究所) 2022年8月9日 (2022 - 08 - 09) 全文	1-49
A	US 2021319286 A1 (IMPERIAL COLLEGE SCIENCE TECHNOLOGY AND MEDICINE) 2021年10月14日 (2021 - 10 - 14) 全文	1-49

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/112162

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	114501353	A	2022年5月13日	WO	2022083619	A1	2022年4月28日
				US	2023261815	A1	2023年8月17日
				EP	4220486	A1	2023年8月2日
CN	109672464	A	2019年4月23日	无			
CN	114172765	A	2022年3月11日	WO	2023097869	A1	2023年6月8日
CN	114884549	A	2022年8月9日	无			
US	2021319286	A1	2021年10月14日	EP	3837844	A1	2021年6月23日
				WO	2020035683	A1	2020年2月20日
				GB	2576499	A	2020年2月26日