

数据处理方法及装置

本申请要求在 2023 年 09 月 13 日提交中国国家知识产权局、申请号为 202311187379.7 的中国专利申请中的优先权，发明名称为“数据处理方法及装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及一种数据处理方法及装置。

背景技术

新无线 (newradio, NR) 用户面协议栈包括服务数据适配协议 (service data adaptation protocol, SDAP) 层、分组数据汇聚协议 (packet data convergence protocol, PDCP) 层、无线链路控制 (radio link control, RLC) 层、媒体接入控制 (medium access control, MAC) 层以及物理 (physical, PHY) 层。其中，RLC 层是处于中间位置的一个协议层，RLC 层为上层协议栈生成的协议数据单元 (protocol data unit, PDU) 提供传输服务，并且可以按照需要对 PDU 进行分段、重组、重分段等操作。为适应不同类型数据传输的服务质量 (quality of service, QoS) 需求，RLC 层提供三种传输模式：确认模式 (acknowledge mode, AM)、无确认模式 (unacknowledged mode, UM) 和透明模式 (transparent mode, TM)。用于业务数据传输的数据无线承载 (data radio bearer, DRB) 可以被配置成 AM 模式或 UM 模式。

PDCP 层位于 RLC 层之上，提供用户面/控制面的报文转发、定时丢弃、重排序、按序递交等功能。其中，定时丢弃是指 PDCP 层从上层接收到一个 PDCP 服务数据单元 (service data unit, SDU) 时，则为该 SDU 启动一个丢弃定时器 (discardTimer)。当一个 SDU 关联的丢弃定时器超时，则丢弃相应的 PDCP SDU 和 PDCP PDU。如果该数据包已被递交到 RLC 层，则 PDCP 层还会继续指示 RLC 层进行丢包处理。

然而，发送端的 PDCP 层丢弃数据单元之后，接收端的 PDCP 层仍然等待丢弃的数据单元等待重排序，从而导致接收端不必要的重排序对数据传输引入额外的等待时延，增加业务数据端到端的传输时延。

发明内容

本申请实施例提供一种数据处理方法及装置，有效降低了业务数据端到端的传输时延。

第一方面，本申请实施例提供一种数据处理方法，所述方法应用于发送端或设置于发送端中的芯片或功能模块等，所述方法包括：

获取发送端的第一协议层丢弃的数据单元的第一序列号 (sequence number, SN) 信息；通过所述发送端的第二协议层的控制信令向接收端的第二协议层发送所述第一 SN 信息。

本申请实施例中，发送端通过其第二协议层的控制信令发送该发送端的第一协议层的第一 SN 信息，从而可以充分利用控制信令的处理优先级，减少第一 SN 信息的排队时延，使得接收端的第二协议层可以快速地接收到该第一 SN 信息，并将该第一 SN 信息递交给第一协议层。从而接收端的第一协议层可以快速地获取到第一 SN 信息，该接收端的第一协议层基于该第一 SN 信息可以有效获知发送端的第一协议层丢弃的数据单元，避免了由于发送端的第一协议层丢弃数据单元而导致接收端的第一协议层不断地进行重排序而导致数据传输时延大的情况，或者，避免了由于发送端的第一协议层丢弃数据单元而导致接收端的第一协议层不断要求重传而导致数据传输时延大的情况，有效降低了业务数据端到端的传输时延。

在一种可能的实现方式中，所述发送端的第二协议层为所述发送端的无线链路控制 RLC 层，所述发送端的第一协议层为所述发送端的分组数据汇聚协议 PDCP 层。

在一种可能的实现方式中，所述控制信令包括 RLC 控制协议数据单元 PDU。

在一种可能的实现方式中，所述通过所述发送端的第二协议层的控制信令向接收端的第二协议层发送所述第一 SN 信息包括：通过所述发送端的 RLC 层的所述 RLC 控制 PDU 向所述接收端的 RLC 层发送所述第一 SN 信息和第二 SN 信息，所述第二 SN 信息为所述发送端的 RLC 层的 SN 信息。

本申请实施例提供的方法，有效地缩短了发送端的 PDCP 层的 SN 信息 (即第一 SN 信息) 发送至接收端的 PDCP 层的时延，以及发送端的 RLC 层的 SN 信息 (即第二 SN 信息) 发送至接收端的 RLC 层的时延。接收端的 PDCP 层/接收端的 RLC 层可以及时地基于发送 PDCP 层/接收 RLC 层的 SN 信息更新其维

护的变量，有效避免了由于发送 PDCP 层丢弃了数据单元而接收 PDCP 层仍执行重排序过程等待已被丢弃的数据单元而引入额外的重排序时延，有效避免了由于有数据单元的丢弃而接收 RLC 层仍要求发送 RLC 层重传的情况。由此，本申请实施例提供的方法有效降低了业务数据端到端的传输时延，提高了用户业务体验，节省了重传数据单元的资源。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：接收第一 RLC 状态报告；所述获取发送端的第一协议层丢弃的数据单元的第一序列号（sequence number, SN）信息包括：基于所述第一 RLC 状态报告指示的被成功接收的数据单元的 SN 以及所述发送端的第一协议层丢弃的数据单元确定所述第一 SN 信息。

本申请实施例中，第一 SN 信息可以为发送端的第一协议层丢弃的数据单元中未被成功接收的数据单元的 SN。

在一种可能的实现方式中，所述发送端的第二协议层的控制信令向接收端的第二协议层发送所述第一 SN 信息之后，所述方法还包括：接收第二 RLC 状态报告；在所述第二 RLC 状态报告指示的未被成功接收的数据单元包括所述第一 SN 信息指示的数据单元的情况下，通过所述发送端的第二协议层的控制信令向所述接收端的第二协议层重传所述第一 SN 信息。

本申请实施例中，发送端在接收到第二 RLC 状态报告且该第二 RLC 状态报告指示的未被成功接收的数据单元包括第一 SN 信息指示的数据单元的情况下，发送端可以基于该第二 RLC 状态报告获知接收端可能未接收到第一 SN 信息，由此发送端可以及时地重传该第一 SN 信息，从而避免由于发送端的第一协议层丢弃数据单元而导致接收端的第一协议层不断地进行重排序而导致数据传输时延大的情况，或者，避免由于发送端的第一协议层丢弃数据单元而导致接收端的第一协议层不断要求重传而导致数据传输时延大的情况，有效降低了业务数据端到端的传输时延。

在一种可能的实现方式中，所述发送端的第二协议层的控制信令向接收端的第二协议层发送所述第一 SN 信息之后，所述方法还包括：接收第三 RLC 状态报告，所述第三 RLC 状态报告指示所述第一 SN 信息指示的数据单元中的一个或多个数据单元被成功接收。

本申请实施例中，发送端在接收到第三 RLC 状态报告且该第三 RLC 状态报告指示第一 SN 信息指示的数据单元中的一个或多个数据单元被成功接收的情况下，发送端可以基于该第三 RLC 状态报告获知接收端已经接收到了第一 SN 信息。发送端可以基于该第三 RLC 状态报告及时地清除其缓存的第一 SN 信息或该第一 SN 信息所指示的数据单元。

在一种可能的实现方式中，所述发送端的第二协议层为所述发送端的媒体接入控制 MAC 层，所述发送端的第一协议层为所述发送端的 RLC 层。

在一种可能的实现方式中，所述控制信令包括 MAC 控制元素（controlelement, CE）。

第二方面，本申请实施例提供一种数据处理方法，所述方法应用于接收端或设置于接收端中的芯片或功能模块等，所述方法包括：

接收端的第二协议层通过来自发送端的第二协议层的控制信令获取所述发送端的第一协议层丢弃的数据单元的第一 SN 信息；所述接收端的第二协议层向所述接收端的第一协议层发送所述第一 SN 信息。

在一种可能的实现方式中，所述接收端的第二协议层为所述接收端的无线链路控制 RLC 层，所述接收端的第一协议层为所述接收端的分组数据汇聚协议 PDCP 层。

在一种可能的实现方式中，所述控制信令包括 RLC 控制协议数据单元 PDU。

在一种可能的实现方式中，所述接收端的第二协议层通过来自发送端的第二协议层的控制信令获取所述发送端的第一协议层丢弃的数据单元的第一 SN 信息包括：所述接收端的第二协议层通过来自所述发送端的第二协议层的所述控制信令获取所述第一 SN 信息和第二 SN 信息，所述第二 SN 信息为所述发送端的 RLC 层的 SN 信息，所述第一 SN 信息为所述发送端的 PDCP 层的 SN 信息。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：基于所述第一 SN 信息更新所述接收端的 PDCP 层维护的变量；基于所述第二 SN 信息更新所述接收端的 RLC 层维护的变量。

本申请实施例中，接收端的第一协议层快速地接收到第一协议层的第一 SN 信息之后，可以有效地利用该第一 SN 信息更新接收端的第一协议层维护的变量和窗口，减少接收端的第一协议层对后续数据单元的处理时延。接收端的第二协议层快速地接收到第二协议层的第二 SN 信息之后，可以有效地利用该第二 SN 信息更新接收端的第二协议层维护的变量和窗口，避免接收端的第二协议层不断请求重传丢弃的数据单元的情况，节省重传的空口资源。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：发送第三 RLC 状态报告，所述第三 RLC 状态报告指示所述第一 SN 信息指示的数据单元中的一个或多个数据单元被成功接收。

在一种可能的实现方式中,所述方法还包括:发送第二 RLC 状态报告,所述第二 RLC 状态报告指示的未成功接收的数据单元包括所述第一 SN 信息指示的数据单元;所述接收端的第二协议层通过来自所述发送端的第二协议层的所述控制信令获取重传的所述第一 SN 信息。

在一种可能的实现方式中,所述接收端的第二协议层为所述接收端的媒体接入控制 MAC 层,所述接收端的第一协议层为所述接收端的 RLC 层。

在一种可能的实现方式中,所述控制信令包括 MAC 控制元素 CE。

第三方面,本申请实施例提供一种数据处理方法,所述方法应用于终端设备或者设置于终端设备中的芯片或功能模块等,所述方法包括:

接收指示信息,所述指示信息用于指示进程的传输块(transport block, TB)未解码成功,所述 TB 携带一个或多个 SDU;基于所述 TB 未解码成功触发所述一个或多个 SDU 的自动重传请求(automatic repeat request, ARQ)重传。

本申请实施例中,触发 ARQ 重传的条件可以是终端设备接收到了指示某个 TB 解码失败的 NACK 反馈(即上述指示信息),由此通过该指示信息可以实现快速触发 ARQ 重传的目的。

第四方面,本申请实施例提供一种数据处理方法,所述方法应用于网络设备或者设置于网络设备中的芯片或功能模块等,所述方法包括:

在未成功解码进程的 TB 时,发送指示信息,所述指示信息用于指示所述进程的 TB 未解码成功,所述 TB 携带一个或多个 SDU。

结合第三方面或第四方面,在一种可能的实现方式中,所述指示信息承载于 L1 信令或 L2 信令中。

结合第三方面或第四方面,在一种可能的实现方式中,在所述指示信息承载于 L1 信令时,终端设备将该 L1 信令递交给 MAC 层。

结合第三方面或第四方面,在一种可能的实现方式中,所述指示信息携带于所述进程的新传 TB 的调度 DCI 中;或者,所述指示信息携带于所述进程的同小区中的其他进程的调度 DCI 中;或者,所述指示信息携带于其他小区的进程的调度 DCI 中。

结合第三方面或第四方面,所述 L2 信令为 MAC CE,所述 MAC CE 携带小区标识和所述进程的标识;或者,所述 MAC CE 携带小区标识和比特位图,所述比特位图中的每个比特可以对应所述小区标识指示的小区中的一个进程的前一次传输是否解码成功的指示信息。

第五方面,本申请实施例提供一种数据处理方法,所述方法应用于通信装置,所述通信装置可以包括终端设备或者设置于终端设备中的芯片或功能模块等,或者,所述通信装置可以包括网络设备或设置于网络设备中的芯片或功能模块等,所述方法包括:

在所述通信装置未成功解码 TB 时,发送混合自动重传请求(hybrid automatic repeat request, HARQ)否定应答(negative acknowledgement, NACK),所述 HARQ NACK 指示重传所述 TB,所述 TB 携带一个或多个 SDU;在所述 TB 的 HARQ NACK 的次数达到最大次数的情况下,触发所述一个或多个 SDU 的 ARQ 重传。

第六方面,本申请实施例提供一种通信装置,用于执行第一方面或任意可能的实现方式中的方法。该通信装置包括具有执行第一方面或任意可能的实现方式中的方法的模块。

第七方面,本申请实施例提供一种通信装置,用于执行第二方面或任意可能的实现方式中的方法。该通信装置包括具有执行第二方面或任意可能的实现方式中的方法的模块。

第八方面,本申请实施例提供一种通信装置,用于执行第三方面、第五方面或任意可能的实现方式中的方法。该通信装置包括具有执行第三方面、第五方面或任意可能的实现方式中的方法的模块。

第九方面,本申请实施例提供一种通信装置,用于执行第四方面或任意可能的实现方式中的方法。该通信装置包括具有执行第四方面或任意可能的实现方式中的方法的模块。

第十方面,本申请实施例提供一种通信装置,该通信装置包括处理器,用于执行上述第一方面至第五方面中的任意方面或任意可能的实现方式所示的方法。该处理器用于执行存储器中存储的程序,当该程序被执行时,上述第一方面至第五方面中的任意方面或任意可能的实现方式所示的方法被执行。

在一种可能的实现方式中,存储器位于上述通信装置之外。

在一种可能的实现方式中,存储器位于上述通信装置之内。

本申请实施例中,处理器和存储器还可以集成于一个器件中,即处理器和存储器还可以被集成在一起。示例性的,通信装置可以为芯片。

在一种可能的实现方式中,通信装置还包括收发器,该收发器,用于接收信息或发送信息。

第十一方面，本申请实施例提供一种通信装置，该通信装置包括逻辑电路和接口，所述逻辑电路和所述接口耦合；所述接口用于输入和/或输出信息，所述逻辑电路用于执行如第一方面至第五方面中的任意方面或任意一种可能的实现方式所述的方法。

在一种可能的实现方式中，所述接口用于输出信息包括：所述接口用于输出 SN 信息。示例性的，所述逻辑电路，用于获取发送端的第一协议层丢弃的数据单元的 SN 信息。

在一种可能的实现方式中，所述接口用于输入信息包括：所述接口用于输入 SN 信息。示例性的，所述逻辑电路，用于将该 SN 信息从第二协议层递交给第一协议层等。

第十二方面，本申请实施例提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质用于存储计算机程序，当其在计算机上运行时，使得上述第一方面、第二方面、第三方面、第四方面、第五方面或任意可能的实现方式所示的方法被执行。

第十三方面，本申请实施例提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括计算机程序或计算机代码，当其在计算机上运行时，使得上述第一方面、第二方面、第三方面、第四方面、第五方面或任意可能的实现方式所示的方法被执行。

第十四方面，本申请实施例提供一种计算机程序，该计算机程序在计算机上运行时，上述第一方面、第二方面、第三方面、第四方面、第五方面或任意可能的实现方式所示的方法被执行。

第十五方面，本申请实施例提供一种通信系统，该通信系统包括发送端和接收端，所述发送端用于执行上述第一方面或第一方面的任意可能的实现方式所示的方法，所述接收端用于执行上述第二方面或第二方面的任意可能的实现方式所示的方法。

第十六方面，本申请实施例提供一种通信系统，该通信系统包括终端设备和网络设备，所述终端设备用于执行上述第三方面或第三方面的任意可能的实现方式所示的方法，所述网络设备用于执行上述第四方面或第四方面的任意可能的实现方式所示的方法；或者，所述终端设备用于执行上述第五方面所示的方法。

附图说明

- 图 1a 是本申请实施例提供的一种通信系统的架构示意图；
- 图 1b 是本申请实施例提供的另一种通信系统的架构示意图；
- 图 2a 是本申请实施例提供的一种用户面协议栈的格式示意图；
- 图 2b 是本申请实施例提供的另一种用户面协议栈的格式示意图；
- 图 3a 是本申请实施例提供的方案 A 的场景示意图；
- 图 3b 是本申请实施例提供的本方案的场景示意图；
- 图 4 是本申请实施例提供的一种数据处理方法的流程示意图；
- 图 5a 是本申请实施例提供的一种 SN 信息的交互示意图；
- 图 5b 是本申请实施例提供的另一种 SN 信息的交互示意图；
- 图 5c 是本申请实施例提供的一种 RLC 控制 PDU 的格式示意图；
- 图 6a 是本申请实施例提供的又一种 SN 信息的交互示意图；
- 图 6b 是本申请实施例提供的又一种 SN 信息的交互示意图；
- 图 6c 是本申请实施例提供的又一种 SN 信息的交互示意图；
- 图 6d 是本申请实施例提供的一种 MAC CE 的格式示意图；
- 图 7a 是本申请实施例提供的一种数据处理方法的场景示意图；
- 图 7b 是本申请实施例提供的一种 SN 信息的示意图；
- 图 7c 是本申请实施例提供的一种接收 PDCP 层更新接收窗口的示意图；
- 图 8 是本申请实施例提供的 CU-DU 分离架构下的数据处理方法的场景示意图；
- 图 9a 是本申请实施例提供的一种数据处理方法的流程示意图；
- 图 9b 是本申请实施例提供的另一种数据处理方法的流程示意图；
- 图 10 是本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图；
- 图 11 是本申请实施例提供的另一种通信装置的结构示意图；
- 图 12 是本申请实施例提供的又一种通信装置的结构示意图。

具体实施方式

为便于理解本申请的技术方案，下面将结合附图对本申请作进一步地描述。

本申请的说明书、权利要求书及附图中的术语“第一”和“第二”等仅用于区别不同对象，而不是用于描述特定顺序。此外，术语“包括”和“具有”以及它们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备等，没有限定于已列出的步骤或单元，而是可选地还包括没有列出的步骤或单元等，或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备等固有的其它步骤或单元。

在本文中提及的“实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例，也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员可以显式地和隐式地理解的是，本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。

在本申请中，“至少一个（项）”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上，“至少两个（项）”是指两个或三个及三个以上，“和/或”，用于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：只存在A，只存在B以及同时存在A和B三种情况，其中A，B可以是单数或者复数。“或”表示可以存在两种关系，如只存在A、只存在B；在A和B互不排斥时，也可以表示存在三种关系，如只存在A、只存在B、同时存在A和B。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项(个)”或其类似表达，是指这些项中的任意组合。例如，a，b或c中的至少一项（个），可以表示：a，b，c，“a和b”，“a和c”，“b和c”，或“a和b和c”。

本申请实施例提供一种数据处理方法及装置，可以有效避免资源浪费，节省资源，降低业务数据的传输时延。

以下介绍本申请实施例涉及的通信系统。

本申请实施例提供的技术方案可以应用于各类通信系统，例如，可以是物联网（internet of things, IoT）系统、窄带物联网（narrow band internet of things, NB-IoT）系统、长期演进（long term evolution, LTE）系统，也可以是第五代（5th-generation, 5G）通信系统，第六代（6th-generation, 6G）通信系统，以及未来通信发展中出现的新的通信系统等。其中，IoT例如可以包括车联网。车联网系统中的通信方式可以统称为车与任何事物（vehicle-to-everything, V2X, X可以代表任何事物）。例如，该V2X可以包括：车辆到车辆（vehicle to vehicle, V2V）通信，车辆与基础设施（vehicle to infrastructure, V2I）通信、车辆与行人之间的通信（vehicle to pedestrian, V2P）或车辆与网络（vehicle to network, V2N）通信等。下文图1b中，终端设备（如Tx UE）与终端设备（如Rx UE）之间便可以通设备到设备（device-to-device, D2D）、机器到机器（machine to machine, M2M）或V2X技术通信等。

本申请实施例提供的技术方案还可以应用于非地面网络（non-terrestrial networks, NTN）通信（也可以称为非陆地网络通信）。

图1a是本申请实施例提供的一种通信系统的架构示意图。如图1a所示，该通信系统可以包括至少一个网络设备，以及至少一个终端设备，如图1a中的UE1和UE2。如图1a所示，终端设备与网络设备之间可以通过Uu口通信。图1a所示的终端设备的类型仅为示例，本申请实施例对此不作限定。图1a所示的UE2仅为示例，如在具体实现中，终端设备还可以包括车联网中的车载设备或车载终端等，本申请实施例对于终端设备应用于车联网时的具体形态不作限定。

图1b是本申请实施例提供的另一种通信系统的结构示意图。如图1b所示，该通信系统可以包括至少一个网络设备，以及至少一个终端设备，如图1b中的发送UE（Tx UE）和接收UE（Rx UE）。如图1b所示，终端设备与终端设备之间可以通过侧行（sidelink, SL）链路通信。

图1a和图1b示例性地示出了一个网络设备和多个终端设备，以及各通信设备之间的通信链路。在具体实现中，通信系统还可以包括更多数量的网络设备，并且每个网络设备的覆盖范围内可以包括更多数量或更少数量的终端设备，本申请实施例对此不作限定。图1a和图1b所示的下一代节点B（next generation node B, gNB）仅为示例，不应将其理解为本申请实施例的限定。

以下对终端设备和网络设备进行详细说明。

终端设备是一种具有无线收发功能的装置。终端设备可以与无线接入网（radio access network, RAN）中的接入网设备（或者也可以称为接入设备或下文所示的网络设备）进行通信。终端设备也可以称为用户设备（user equipment, UE）、接入终端、终端（terminal）、用户单元（subscriber unit）、用户站、移动站、远方站、远程终端、移动设备、用户终端、用户代理或用户装置等。在一种可能的实现方式中，终端设备

可以部署在陆地上,包括室内或室外、手持或车载,或者也可以部署在水面上,包括轮船等。在另一种可能的实现方式中,终端设备可以是具有无线通信功能的手持设备、车载设备、可穿戴设备、传感器、物联网中的终端、车联网中的终端、无人机、5G 网络或未来网络中的任意形态的终端设备等,本申请实施例对此不作限定。

网络设备可以是一种部署在无线接入网中,为终端设备提供无线通信服务的装置。该网络设备也可以称为接入网设备、接入设备或 RAN 设备等。示例性的,网络设备可以是下一代节点 B (next generation node B, gNB)、下一代演进型基站 (next generation evolved nodeB, ng-eNB)、或者 6G 通信中的网络设备等。网络设备可以是任意一种具有无线收发功能的设备,包括但不限于以上所示的基站(包括部署于卫星上的基站)。该网络设备还可以是 6G 中具有基站功能的装置。作为一个示例,该网络设备可以为无线局域网(wireless-fidelity, Wi-Fi)系统中的接入节点、无线中继节点、无线回传节点等。作为另一个示例,该网络设备可以是云无线接入网络(cloud radio access network, CRAN)场景下的无线控制器。作为又一个示例,该网络设备可以是能够提供无线通信服务的可穿戴设备或车载设备等。作为又一个示例,该网络设备还可以是小站,传输接收节点(transmission reception point, TRP)(或也可以称为传输点)等。在不同的无线接入技术的系统中,具备网络设备功能的通信装置的名称可能会有所不同,本申请实施例不再一一列举。

在网络设备的一些部署中,网络设备可以包括集中式单元(centralized unit, CU)和分布式单元(distributed unit, DU)等。其中包括 CU 和 DU 的网络设备可以理解为将协议栈拆分开,部分协议层的功能放在 CU 集中控制,剩下部分或全部协议层的功能分布在 DU 中,由 CU 集中控制 DU。在网络设备的另一些部署中, CU 还可以划分为 CU-控制面(control plane, CP)和 CU-用户面(user plan, UP)等。在网络设备的又一些部署中,网络设备还可以是开放的无线接入网(open radio access network, ORAN)架构。在网络设备是 ORAN 架构时,网络设备可以是 ORAN 中的接入网设备,或者是 ORAN 中的功能模块等。在 ORAN 系统中, CU 还可以称为开放(open, O)-CU, DU 还可以称为 O-DU, CU-CP 还可以称为 O-CU-CP, CU-UP 还可以称为 O-CU-UP 等。这里所列举的网络设备的部署方式仅为示例,随着标准技术的演进,网络设备可能会存在其他部署形式,本申请实施例对此不作限定。

本申请实施例是以发送端和接收端来描述本申请实施例提供的方法的,发送端为从空口发送数据单元的通信装置,接收端为从空口接收数据单元的通信装置。作为一个示例,发送端可以为终端设备,接收端可以为网络设备。作为另一个示例,发送端可以为网络设备,接收端可以为终端设备。作为又一个示例,发送端和接收端可以为不同的终端设备。此处不再一一列举发送端和接收端的具体形态。

为便于描述,下文在涉及具体例子时,以终端设备是 UE,网络设备是 gNB 为例说明本申请实施例提供的方法。

以下介绍本申请实施例涉及的协议栈。

图 2a 是本申请实施例提供的一种用户面协议栈的格式示意图。如图 2a 所示, UE 和 gNB 的用户面协议栈可以包括如下至少一项: SDAP 层、PDCP 层、RLC 层、MAC 层、PHY 层。图 2a 示出的 gNB 的协议栈仅为示例。

图 2b 是本申请实施例提供的另一种用户面协议栈的格式示意图。如图 2b 所示, SDAP 层和 PDCP 层部署于 CU, RLC 层、MAC 层和 PHY 层部署于 DU。CU 和 DU 可以通过 F1 接口连接, gNB 中的 CU 通过 NG 接口和核心网连接, gNB 中的 CU 通过 Xn 接口和其他 gNB 连接。示例性的,当 CU 划分为 CU-CP 和 CU-UP 时, CU-UP 和 DU 之间的用户面接口可以是 F1-U, CU-CP 和 DU 之间的控制面接口可以是 F1-C。

RLC 层提供的三种传输模式如下所示:

TM 模式用于传输信令无线承载 0 (signalling radio bearer 0, SRB0) 的数据、寻呼数据、广播系统消息,这类消息不能进行分段,数据透传经过 RLC 协议层。

UM 模式适用于时延要求高,容忍差错的实时业务。一个数据包经过 UM RLC 实体传输出去之后即认为传输结束,即使该数据包在空口传输丢失,RLC 层也不会对其进行重传。对时延和可靠性要求都很高的低时延高可靠性通信(ultra-reliable low-latency communications, URLLC)类应用,通常可以使用 UM RLC 模式配合其他提升可靠性的机制,如 PDCP 重复(duplication)、时隙聚合(slot aggregation)机制等。

AM 模式适用于对可靠性要求很高的非实时业务,例如,网页(Web)浏览、文件传输协议(file transfer protocol, FTP)文件下载、信令传输等。前述业务需要尽可能地避免数据传输丢失,因此可以采用 AM 模式的 ARQ 机制以保证数据的无损传输。ARQ 的基本思想是接收侧 RLC 实体(即接收端的 RLC 实体)可

以向发送侧 RLC 实体（即发送端的 RLC 实体）反馈 RLC 状态报告，该 RLC 状态报告可以指示哪些数据包接收成功，哪些数据包接收失败。发送侧 RLC 实体可以基于 RLC 状态报告对传输失败的数据包进行重传。

图 2a 和图 2b 所示的用户面协议栈仅为示例，随着标准的推进，用户面协议栈可能会发生变化，但凡通信装置可以执行本申请实施例提供的方法，均属于本申请实施例的保护范围。如对于 ORAN 的网络设备来说，O-CU 可以包括 PDCP 层，O-DU 可以包括 RLC 层，对于 O-CU 和 O-DU 所包括的其他协议层，此处不再列举。对于图 2a 和图 2b 所示的每个协议层实现的功能可以由对应协议层的实体（entity）实现。下文所示的某个协议层与某个实体（与该某个协议层对应的实体）可以理解为是对应的关系，或者是可以相互替换的关系。

以图 2a 为例，UE 发送数据单元时（即 UE 作为发送端），UE 中的每个协议层可以对从上一个协议层获取到的 SDU 进行处理，然后将经过处理后获得的 PDU 递交给下一个协议层。gNB 接收数据单元时（即 gNB 作为接收端），gNB 中的每个协议层可以对获取到的 PDU 进行处理，然后将经过处理后获得的 SDU 递交给上一个协议层。对于发送端来说，每个协议层实现的功能是对获取的 SDU 进行处理，将 PDU 递交给下层。对于接收端来说，每个协议层实现的功能是对获取的 PDU 进行处理，将 SDU 递交给上层。因此，为简洁起见，下文对于 SDU 和 PDU，下文不进行区分，统一用数据单元表示。如数据单元可以包括如下任一项：PDCP SDU、RLC SDU、PDCP PDU、RLC PDU。数据单元还可以替换为数据包等，本申请实施例对于该数据单元的具体名称不作限定。

以下介绍本申请实施例涉及的术语。

1. 扩展现实（extended reality, XR）

XR 是指各类由计算技术以及可穿戴设备生成的现实和虚拟相结合的环境，以及人-机之间的交互。XR 可以包括如下形式：增强现实（augmented reality, AR），混合现实（mixed reality, MR），虚拟现实（virtual reality, VR）。XR 是目前工业领域重点考虑的 5G 多媒体应用之一。通常来说，XR 业务会按照一定的帧率周期性生成数据帧。通常来说，数据帧通常是应用层的一个信息单元，在低层传输时可能因为受低层最大传输单元大小的限制，而被分割为多个数据包（或称为数据单元）。

示例性的，对于下行方向 XR 类业务的业务模型可以如下所示：

AR/VR：帧率可以是 60 帧每秒（frame per second, fps），表示每秒生成 60 帧视频图像（仅为示例），约每 16.66ms 出现一个视频帧。传输速率为 20Mbps 或 45Mbps 等。帧率也可能是 120 fps，表示每秒 120 帧视频图像，约每 8.33ms 出现一个视频帧。如一个完整的视频帧的空口传输时延预算是 10ms。基站从用户面功能（user plane function, UPF）接收到一帧图像的数据开始计时，直到将一帧图像成功从基站发送到 UE，这段时长可以称为视频帧的空口传输时延预算。按照视频帧粒度，要求传输可靠性达到 99%。

云游戏（cloudgaming, CG）：每秒 60 帧视图像或每秒 120 帧视频图像，传输速率为 8Mbps 或 30Mbps 等。一个完整的视频帧的空口传输时延预算是 15ms。按照视频帧粒度，要求传输可靠性为 99%。

XR 业务同时具有业务数据量大（传输速率比较大）和高传输可靠性、低传输时延的要求。以上所列举的视频图像仅为示例，XR 业务还可以应用于其他类型的图像中，本申请实施例对此不作限定。

2. 数据单元集合

数据单元集合也可以称为 PDU 集合（PDU set），PDU set 是指携带应用层生成的一个信息单元或数据单元（如一个视频帧或视频切片等）的载荷的一个或多个 PDU。例如 XR 应用生成的一个视频帧较大，在 IP 层可以被分割成 100 个 PDU，这 100 个 PDU 被称为一个 PDU set。

相较于传统 QoS 参数包时延预算（packet delay budget, PDB）和误包率（packet error rate, PER），XR 业务引入了包集合时延预算（packet set delay budget, PSDB）和集合误包率（packet set error rate, PSER）概念，分别表示 PDU set 的时延预算和误包率。以下行传输为例，PSDB 表示一个 PDU set 的第一个 PDU 到达用户面功能（user plane function, UPF）网元开始，直到最后一个 PDU 被成功传输到 UE 为止的时延预算。PSER 表示以 PDU set 为粒度统计的 PDU set 传输成功率。

3. 发送端的第一协议层和接收端的第一协议层

作为一个示例，发送端的第一协议层可以为发送端的 PDCP 层。接收端的第一协议层为接收端的 PDCP 层。

作为另一个示例，发送端的第一协议层可以为发送端的 RLC 层。接收端的第一协议层为接收端的 RLC 层。

4. 发送端的第二协议层和接收端的第二协议层

作为一个示例,发送端的第二协议层可以为发送端的 RLC 层。接收端的第二协议层为接收端的 RLC 层。

作为另一个示例,发送端的第二协议层可以为发送端的 MAC 层。接收端的第二协议层为接收端的 MAC 层。

本申请实施例所示的第一协议层和第二协议层可以为上述术语 3 和术语 4 的组合。例如,第一协议层可以为 PDCP 层,第二协议层可以为 RLC 层。又例如,第一协议层可以为 RLC 层,第二协议层可以为 MAC 层。又例如,第一协议层可以为 PDCP 层,第二协议层可以为 MAC 层。基于第一协议层和第二协议层的示例,本申请实施例所示的第一 SN 信息可以为 PDCP 层的 SN 信息,第二 SN 信息可以为 RLC 层的 SN 信息。或者,第一 SN 信息可以为 RLC 层的 SN 信息。或者,第一 SN 信息可以为 PDCP 层的 SN 信息。为便于描述,下文均以 PDCP 层的 SN 信息和 RLC 层的 SN 信息为例进行说明。

为便于描述,下文将发送端的 PDCP 层简称为发送 PDCP 层。同理,接收端的 PDCP 层简称为接收 PDCP 层。发送端的 RLC 层简称为发送 RLC 层,接收端的 RLC 层简称为接收 RLC 层。发送端的 MAC 层简称为发送 MAC 层,接收端的 MAC 层简称为接收 MAC 层。

5. RLC 状态报告

接收 RLC 层可以向发送 RLC 层反馈 RLC 状态报告,该 RLC 状态报告可以指示接收成功的数据单元,和/或,接收失败的数据单元。发送 RLC 层基于该 RLC 状态报告可以对接收失败的数据单元进行重传。示例性的,该发送 RLC 层根据 RLC 状态报告确定一个 RLC SN 对应的数据单元传输成功后,可以向发送 PDCP 层发送一个用于指示该 RLC SDU 成功递交的指示(如下文称为第一指示)。此处所示的 RLC SN 表示 RLC SDU 的 SN。

本申请实施例所示的第一指示可以用于发送 RLC 层向发送 PDCP 层指示被接收端成功接收的数据单元。如该第一指示表示发送 RLC 层基于 RLC 状态(如下文所示的第一 RLC 状态报告)报告所确定的指示信息,发送 RLC 层可以将该第一指示发送给发送 PDCP 层,发送 PDCP 层接收到该第一指示之后,可以基于该第一指示获知哪些数据单元已被接收端成功接收。

目前存在一种方案 A:发送端的 RLC 层和 PDCP 层分别通过 RLC 层指示信息通知接收 RLC 层进行接收窗口更新,和通过 PDCP 层指示信息通知接收 PDCP 层进行接收窗口更新。在该方案中,PDCP 层指示信息在到达发送 RLC 层会被当做 RLC SDU 需要排队等待发送,由此无法实现快速将 PDCP 层指示信息递交到接收 PDCP 层,从而快速推动接收 PDCP 层维护的窗口的目的。同时,PDCP 层和 RLC 层分别发送 PDCP 层指示信息和 RLC 层指示信息,信令开销大。通常来说,当分别发送 PDCP 层指示信息和 RLC 层指示信息时,需要分别发送这两个信息的头信息,从而导致信息头开销较大。

图 3a 是本申请实施例提供的方案 A 的场景示意图。如图 3a 所示,第一 PDU set(如图 3a 所示的 burst 1)等待传输时间超过包集合时延预算(packet setdelay budget, PSDB)时(也即意味着该 PDU set 关联的定时器超时),发送端可以丢弃第一 PDU set,生成 PDCP 层的 SN 信息(承载于 PDCP 控制 PDU 中)并递给 RLC 层进行传输。但此时第二 PDU set(如图 3a 所示的 burst 2)仍在 RLC 缓存(RLC buffer)中等待传输,PDCP 层的 SN 信息无法插队到第二 PDU set 之前进行快速传输。等到第二 PDU set 传递到接收端时,因为接收端还未接收到第一 PDU set,此时第二 PDU set 需要在接收端进行重排序,等待第一 PDU set 接收到后再按序往上层递交。等到 PDCP 层的 SN 信息发送到接收端时,第二 PDU set 已经历了一段无意义的重排序时延。该段重排序时延会增加数据包的端到端传输时延,并会影响用户的业务体验。图 3a 所示的突发(burst)可以包括一个或多个 PDU set。

鉴于此,本申请实施例提供了一种数据处理方法,图 3b 是本申请实施例提供的本方案的场景示意图。如图 3b 所示,第一 PDU set 超时,发送端丢弃该第一 PDU set。发送端可以生成 PDCP 层的 SN 信息,并通过 RLC 控制 PDU 承载该 PDCP 的 SN 信息。通过本申请实施例提供的方法,发送端在处理第二 PDU set 之前处理 RLC 控制 PDU,将该 RLC 控制 PDU 快速地传输给接收端。由此,接收端可以在接收到第二 PDU set 之前就接收到 RLC 控制 PDU,基于该 RLC 控制 PDU 更新其维护的窗口和变量,有效避免了第二 PDU set 的重排序时延,减少了数据包的端到端的传输时延。示例性的,发送端可以通过 RLC 控制 PDU 发送 PDCP 层的 SN 信息和 RLC 层的 SN 信息,从而发送 RLC 层可以优先地快速地处理该 RLC 控制 PDU,加快 SN 信息的传输,快速推动了接收 PDCP 层和 RLC 层维护的窗口和变量。

图 3b 所示的场景仅为示例,本申请实施例提供的数据处理方法还可以适用于更多的场景,关于其他

场景的例子，此处不再一一列举。

图4是本申请实施例提供的一种数据处理方法的流程图。该方法中涉及的发送端和接收端的说明可以参考图1a、图1b，此处不再详述。该方法中涉及的协议栈的说明可以参考图2a、图2b，此处不再详述。如图4所示，该方法包括：

401、发送端获取该发送端的第一协议层丢弃的数据单元的SN信息。

上述丢弃的数据单元是丢弃的一个或多个数据单元。示例性的，该多个数据单元可以属于同一个数据单元集合。关于数据单元集合的相关说明可以参考上述术语2，此处不再详述。

本申请实施例中SN信息可以有如下几种示例：

示例1A.SN信息可以包括丢弃的数据单元中的最大SN。或者，SN信息可以包括基于丢弃的数据单元的最大SN和偏移量确定的SN。

例如，丢弃的数据单元的SN分别为2,5,6,7,8，则SN信息包括8。又例如，偏移量可为+1，则SN信息包括 $8+1=9$ 。对于偏移量的具体取值，本申请实施例不作限定。

示例1B.丢弃的数据单元中连续的多个数据单元的起始SN和该多个数据单元的个数。该连续的多个数据单元表示该多个数据单元的SN是连续的。SN信息可以包括一个或多个“起始SN+个数”。示例性的，控制信令（参考下文步骤302的说明）中还可以包括“起始SN+个数”的数量。

例如，丢弃的数据单元的SN分别为2,3,4,6,7,8。其中，2~4是连续的，6~8是连续的，因此SN信息可以包括起始SN+个数3，以及起始SN+个数3。“起始SN+个数”的数量为2。

示例1C.丢弃的数据单元的起始SN和比特位图(bitmap)，该比特位图中的每个比特对应一个数据单元。比特的取值用于指示是否丢弃与该比特对应的数据单元。比特位图中的第一个比特对应的数据单元为起始SN的数据单元。或者，比特位图中的第一个比特对应的数据单元可以为起始SN的下一个SN的数据单元。示例性的，比特的取值为1表示丢弃数据单元，比特的取值为0表示不丢弃数据单元。

例如，丢弃的数据单元的SN分别为2,3,4,6,7,8。如SN信息可以包括起始SN2，比特位图为1110111，或者，比特位图为111011100。该比特位图中的第一个比特对应的数据单元的SN可以为起始SN2，比特位图中的第二个比特对应的数据单元的SN为3，比特位图中的第三个比特对应的数据单元的SN为4，以此类推，此处不再一一列举。又如SN信息可以包括起始SN2，比特位图为110111或11011100。该比特位图中的第一个比特对应的数据单元的SN可以为SN3，该比特位图中的第二个比特对应的数据单元的SN为SN4，该比特位图中的第三个比特对应的数据单元的SN为SN5，以此类推，此处不再一一列举。上述比特位图111011100或11011100中末尾的00可以用于字节对齐。此处所列举的比特位图的长度仅为示例，如比特位图的长度可以为1个字节，或12个比特，或2个字节等，此处不再一一列举。

对于PDCP层来说，其维护的参数可以是SN，也可以是计数(count)，因此上述关于SN的说明同样适用于计数，此处不再详述。

对于上述示例1B和示例1C来说，起始SN也可以为丢弃数据包之前的最后一个未被丢弃的数据单元的SN。对于起始SN的设置方式，本申请实施例不作限定。

此处关于SN信息的说明同样适用于发送端的第一协议层的SN信息和发送端的第二协议层的SN信息。编号1A~1C，以及下文所示的编号2A~2C等均是为了区分不同的示例，方便后文的引用。

本申请实施例中，SN信息可以包括发送PDCP层的SN信息和/或发送RLC层的SN信息。发送端获取SN信息的方式可以有如下几种示例：

示例2A.发送PDCP层可以为每个数据单元维护一个定时器。某个数据单元关联的定时器超时表示发送PDCP层可以丢弃该数据单元。如某个数据单元关联的定时器超时，发送PDCP层可以向发送RLC层发送第二指示，该第二指示可以用于指示发送RLC层丢弃该数据单元。

作为一个示例，发送PDCP层的SN信息可以为该数据单元的SN。或者，当丢弃的数据单元的个数达到丢弃阈值，发送PDCP层的SN信息可以指示多个丢弃的数据单元的SN。如发送PDCP层的SN信息指示的丢弃的数据单元的个数可以等于丢弃阈值。

在该示例中，在定时器超时的数据单元的个数达到一定数值（如上述丢弃阈值）的情况下，发送PDCP层可以向发送RLC层发送第二指示，该第二指示可以为发送PDCP层丢弃的数据单元的SN。在该示例中，第二指示可以是发送PDCP层的SN信息。对于上述丢弃阈值的具体取值，本申请实施例不作限定。

作为另一个示例，发送PDCP层的SN信息可以由发送PDCP层基于每个数据单元关联的定时器和/或发送RLC层的第一指示确定。如发送PDCP层的SN信息指示的数据单元可以是该数据单元关联的定时器超时且接收RLC未接收成功的一个或多个数据单元。

在该示例中，在发送 RLC 层接收到来自接收 RLC 层的第一 RLC 状态报告时，该发送 RLC 层可以基于该第一 RLC 状态报告确定被接收成功的数据单元，然后通过第一指示向发送 PDCP 层指示被接收成功的数据单元。例如，发送 PDCP 层在接收到该第一指示之后，可以基于该第一指示获知被接收成功的数据单元，基于被接收成功的数据单元获知未被接收成功的数据单元，从而基于该未被接收成功的数据单元确定发送 PDCP 层的 SN 信息。又例如，发送 PDCP 层在接收到第一指示之后，可以基于该第一指示以及每个数据单元关联的定时器确定发送 PDCP 层的 SN 信息。如发送 PDCP 层接收到该第一指示之后，可以基于该第一指示获知被接收成功的数据单元，基于该被接收成功的数据单元获知未被接收成功的数据单元。然后，将未被接收成功的数据单元中定时器超时的数据单元作为发送 PDCP 层的 SN 信息所指示的数据单元。

作为又一个示例，发送 PDCP 层的 SN 信息可以由发送 RLC 层基于发送 PDCP 层的第二指示和/或第一 RLC 状态报告确定。如发送 PDCP 层的 SN 信息指示的数据单元可以是该数据单元关联的定时器超时且接收 RLC 未接收成功的一个或多个数据单元。在具体实现中，由发送 PDCP 层确定的发送 PDCP 层的 SN 信息，与由发送 RLC 层确定的发送 PDCP 层的 SN 信息可能会有一定的偏差。该偏差可能是由于发送 RLC 层接收到 RLC 状态报告相对于发送 PDCP 层接收到第一指示会更快引起的。相对于丢弃的数据单元集合来说，该偏差相对较小，因此本申请实施例可以忽略该偏差。

在该示例中，发送 PDCP 层中维护的定时器超时，则发送 PDCP 层可以向发送 RLC 层发送第二指示，该第二指示可以用于指示发送 RLC 层丢弃一个或多个数据单元。该一个或多个数据单元所关联的定时器均超时。例如，发送 RLC 层在接收到该第二指示之后，可以基于该第二指示获知需要丢弃的一个或多个数据单元，然后基于丢弃的一个或多个数据单元生成发送 PDCP 层的 SN 信息。又例如，发送 RLC 层在接收到第二指示之后，可以基于该第二指示获知需要丢弃的一个或多个数据单元，以及发送 RLC 层在接收到来自接收 RLC 层的第一 RLC 状态报告之后，可以基于该第一 RLC 状态报告获知未被成功接收的数据单元。发送 RLC 层可以将需要丢弃的一个或多个数据单元中未被接收成功的数据单元作为发送 PDCP 层的 SN 信息所指示的数据单元。

示例 2B.发送 PDCP 层可以为每个数据单元集合维护一个定时器。某个数据单元集合关联的定时器超时表示发送 PDCP 层可以丢弃该数据单元集合。如某个数据单元集合关联的定时器超时，发送 PDCP 层可以向发送 RLC 层发送第二指示，该第二指示可以用于指示发送 RLC 层丢弃该数据单元集合。

作为一个示例，发送 PDCP 层的 SN 信息可以由发送 PDCP 层基于每个数据单元集合关联的定时器和/或第一指示确定。如发送 PDCP 层的 SN 信息指示的数据单元可以是数据单元所属的数据单元集合关联的定时器超时且接收 RLC 未接收成功的数据单元。

在该示例中，数据单元集合关联的定时器超时，则发送 PDCP 层可以确定需要丢弃的数据单元集合。例如，发送 PDCP 层的 SN 信息指示的数据单元为定时器超时的数据单元集合中的一个或多个数据单元。又例如，发送 PDCP 层还可以基于发送 RLC 层发送的第一指示获知被成功接收的数据单元，基于被成功接收的数据单元获知未被成功接收的数据单元，然后将定时器超时的数据单元集合中未被成功接收的数据单元作为发送 PDCP 层的 SN 信息所指示的数据单元。在该示例中，第二指示可以是丢弃的数据单元集合中未被接收 RLC 层确认成功递交的数据单元的 SN 信息。如发送 PDCP 层向发送 RLC 层发送的第二指示可以包括上述发送 PDCP 层的 SN 信息，或者，第二指示可以是发送 PDCP 层的 SN 信息。或者，第二指示可以是丢弃的数据单元集合中的一个或多个数据单元的 SN 信息。如果该数据单元集合中的所有数据单元均已被接收 RLC 层接收成功，则发送端可以不向接收 RLC 层发送 PDCP 层的 SN 信息。

作为另一个示例，发送 PDCP 层的 SN 信息可以由发送 RLC 层基于发送 PDCP 层的第二指示和/或第一 RLC 状态报告确定。如发送 PDCP 层的 SN 信息指示的数据单元可以是数据单元所属的数据单元集合关联的定时器超时且接收 RLC 未接收成功的数据单元。

在该示例中，数据单元集合关联的定时器超时，则发送 PDCP 层可以确定需要丢弃的数据单元集合。基于该数据单元集合向发送 RLC 层发送第二指示。例如，发送 RLC 层基于该第二指示可以获知需要丢弃的数据单元集合，以及基于来自接收 RLC 层的第一 RLC 状态报告获知未被接收成功的数据单元，将需要丢弃的数据单元集合中未被接收成功的数据单元作为发送 PDCP 层的 SN 信息所指示的数据单元。关于发送 RLC 层基于第一 RLC 状态报告或第二指示确定发送 PDCP 层的 SN 信息，此处不再一一详述。

示例 2C.发送 RLC 层的 SN 信息可以由发送 RLC 层基于发送 PDCP 层的第二指示和/或第一 RLC 状态报告确定。例如，发送 RLC 层的 SN 信息可以是第一 RLC 状态报告指示的未被接收 RLC 层接收成功的数据单元的 SN。又例如，SN 信息可以是发送 PDCP 层的第二指示所指示的丢弃的数据单元的 SN。又例如，

SN 信息可以是发送 PDCP 层丢弃的数据单元, 且未被接收 RLC 层接收成功的数据单元的 SN。

以上述示例 2B 所示的第二指示为例, 发送 RLC 层在接收到发送 PDCP 层的第二指示之后, 可以基于该第二指示获知需要丢弃的数据单元集合, 以及将需要丢弃的数据单元集合中未被接收成功的数据单元作为发送 RLC 层的 SN 信息所指示的数据单元。又例如, 发送 RLC 层接收到的第二指示可以是丢弃的数据单元集合中未被接收 RLC 层确认成功递交的数据单元的 SN 信息, 此时发送 RLC 层可以基于该第二指示生成 RLC 层的 SN 信息。

上述示例 2A、示例 2B 可以与示例 2C 结合, 如发送 PDCP 层的 SN 信息可以由发送 PDCP 层确定, 发送 RLC 层的 SN 信息可以由发送 RLC 层确定; 又如发送 PDCP 层的 SN 信息与发送 RLC 层的 SN 信息均可以由发送 RLC 层确定等, 关于结合的具体方式此处不再一一详述。

对于 UM 模式来说, 由于 RLC 层不支持 ARQ 重传机制, 因此在 RLC 层采用 UM 模式时, 前述各个示例中可以不涉及 RLC 状态报告。

为便于描述, 本申请实施例所示的发送 PDCP 层的 SN 信息可以简称为 PDCP SN 信息, 发送 RLC 层的 SN 信息可以简称为 RLC SN 信息。示例性的, 发送 PDCP 层的 SN 信息指示的数据单元可以与发送 RLC 层的 SN 信息指示的数据单元相同。如对于上述示例 2B 中第一个示例所示的由发送 PDCP 层确定发送 PDCP 层的 SN 信息, 以及上述示例 2C 中的由发送 RLC 层基于发送 PDCP 层的第二指示确定发送 RLC 层的 SN 信息来说, 这两个 SN 信息指示的数据单元可以是相同的。示例性的, 发送 PDCP 层的 SN 信息指示的数据单元可以与发送 RLC 层的 SN 信息指示的数据单元所有不同。如对于上述示例 2B 中第二个示例所示的由发送 RLC 层基于第二指示确定发送 PDCP 层的 SN 信息, 以及上述示例 2C 中的由发送 RLC 层基于第一 RLC 状态报告确定发送 RLC 层的 SN 信息来说, 这两个 SN 信息指示的数据单元可以有所不同。对于具体的例子, 本申请实施例不再一一列举。

402、发送端通过该发送端的第二协议层的控制信令向接收端的第二协议层发送 SN 信息, 对应的, 接收端通过该接收端的第二协议层接收该 SN 信息。

作为一个示例 3A, 第一协议层为 PDCP 层, 第二协议层为 RLC 层。

步骤 402 可以包括: 如图 5a 所示, 发送端通过发送 RLC 层的控制信令向接收 RLC 层发送 PDCP SN 信息, 对应的, 接收端通过接收 RLC 层接收该 PDCP SN 信息。或者, 步骤 402 可以包括: 如图 5b 所示, 发送端通过发送 RLC 层的控制信令向接收 RLC 层发送 PDCP SN 信息和 RLC 层 SN 信息。

控制信令包括 RLC 控制 PDU (RLC control PDU)。示例性的, RLC 控制 PDU 可以包括一个数据/控制 (data/control, D/C) 字段, 该 D/C 字段的取值可以表示该 PDU 是一个 RLC 控制 PDU。以及该 RLC 控制 PDU 还可以包含一个控制 PDU 类型 (control PDU type, CPT) 字段, 该控制 PDU 类型字段的取值表示该控制 PDU 用于传递丢弃的数据单元对应的 PDCP SN 信息, 或对应的 PDCP SN 信息+RLC SN 信息; 或者该控制 PDU 类型字段可以包括具体的 PDCP SN 信息, 或 PDCP SN 信息+RLC SN 信息。示例性的, 图 5c 是本申请实施例提供的一种 RLC 控制 PDU 的格式示意图。该 RLC 控制 PDU 是以包括 RLC SN 信息和 PDCP SN 信息为例示出的, 但是不应将其理解为对本申请实施例的限定。图 5c 所示的 R 表示预留 (reserved, R)。

对于 RLC 控制 PDU 和 RLC 数据 PDU (RLC data PDU) 而言, RLC 控制 PDU 的处理优先级更高, 因此发送 RLC 层可以优先发送该 RLC 控制 PDU。发送 RLC 层优先发送 RLC 控制 PDU, 从而接收 RLC 层可以尽快地接收到该 RLC 控制 PDU, 接收 RLC 层接收到该 RLC 控制 PDU 之后, 可以将发送 PDCP 层的 SN 信息递交给接收 PDCP 层。

本申请实施例提供的方法, 有效地缩短了发送 PDCP 层的 SN 信息发送至接收 PDCP 层的时延, 以及发送 RLC 层的 SN 信息发送至接收 RLC 层的时延。从而接收 PDCP 层/接收 RLC 层可以及时地基于发送 PDCP 层/接收 RLC 层的 SN 信息更新其维护的变量, 有效避免了由于发送 PDCP 层丢弃了数据单元而接收 PDCP 层仍执行重排序过程、等待已被丢弃的数据单元而引入额外的重排序时延, 有效避免了由于有数据单元的丢弃而接收 RLC 层仍要求发送 RLC 层重传的情况。由此, 本申请实施例提供的方法有效降低了业务数据端到端的传输时延, 提高了用户业务体验, 节省了重传数据单元的资源。

通常来说, 发送 PDCP 层的 SN 信息到达发送 RLC 层后会被当做 RLC SDU, 发送 RLC 层会按序处理该 RLC SDU, 从而增加了该 SN 信息的传输时延, 导致接收 PDCP 层无法及时地更新其维护的变量, 接收 PDCP 层无法及时地进行窗口更新。以及发送 PDC 层的 SN 信息到达发送 RLC 层之后, 该发送 RLC 层也会按序处理发送 RLC 层的 SN 信息。然而, 本申请实施例中, 发送 PDCP 的 SN 信息到达发送 RLC 层后, 发送 RLC 层将该 SN 信息承载于 RLC 控制 PDU 中, 从而发送 RLC 层可以优先处理该 RLC 控制 PDU, 有

效减小了 SN 信息的排队时延,使得接收 PDCP 层能够快速接收到该 SN 信息,从而快速推动接收 PDCP 层窗口,更新接收 PDCP 层维护的变量。

作为另一个示例 3B,第一协议层为 RLC 层,第二协议层为 MAC 层。

步骤 402 可以包括:如图 6a 所示,发送端通过发送 MAC 层的控制信令向接收 MAC 层发送 RLC 层的 SN 信息,对应的,接收 MAC 层接收该 RLC 层的 SN 信息。或者,步骤 402 可以包括:如图 6b 所示,发送端通过发送 MAC 层的控制信令向发送接收 MAC 层发送 RLC 层的 SN 信息以及发送 PDCP 层的 SN 信息,对应的,接收 MAC 层接收该发送 RLC 层的 SN 信息和发送 PDCP 层的 SN 信息。发送端获取 RLC 层的 SN 信息的相关说明可以参考上述示例 2C,发送端获取 PDCP 层的 SN 信息的相关说明可以参考上述示例 2A 和示例 2B,此处不再详述。

控制信令包括 MAC CE。图 6d 是本申请实施例提供的一种 MAC CE 的格式示意图。如图 6d 所示, R 表示预留, F 表示负载的长度 (length, L) 是一个字节还是两个字节等。LCID 表示逻辑信道标识 (logicalchannel indicator, LCID)。负载中可以包括发送 PDCP 层的 SN 信息和/或发送 RLC 层的 SN 信息。

通常来说,发送 MAC 层在接收到 MACSDU 之后会按序处理该 MAC SDU,从而导致承载 SN 信息的 MAC SDU 的排队时延较长,增加了该 SN 信息的传输时延,导致接收 RLC 层/接收 PDCP 层无法及时地更新其维护的变量,接收 RLC 层/接收 PDCP 层无法及时地进行窗口更新。然而,本申请实施例中,发送 MAC 层通过将该 SN 信息承载于 MAC CE 中,可以优先处理该 MAC CE,减小 SN 信息的排队时延,使得接收 RLC 层/接收 PDCP 层能够快速接收到该 SN 信息,从而快速推动接收 RLC 层/接收 PDCP 层窗口,更新接收 RLC 层/接收 PDCP 层维护的变量。

作为又一个示例 3C,第一协议层为 PDCP 层,第二协议层为 MAC 层。

步骤 302 可以包括:如图 6c 所示,发送端通过发送 MAC 层的控制信令向接收 MAC 层发送 PDCP 层的 SN 信息,对应的,接收 MAC 层接收该 PDCP 层的 SN 信息。或者,步骤 302 可以包括:发送端通过发送 MAC 层的控制信令向接收 MAC 层发送 RLC 层的 SN 信息以及发送 PDCP 层的 SN 信息,对应的,接收 MAC 层接收该发送 RLC 层的 SN 信息和发送 PDCP 层的 SN 信息。关于示例 3C 的具体说明可以参考示例 3B、示例 2A 至示例 2C 等,此处不再详述。

403、接收端的第二协议层向接收端的第一协议层发送 SN 信息,接收端的第一协议层接收 SN 信息。

图 5a 是本申请实施例提供的一种 SN 信息的交互示意图。如图 5a 所示,接收 RLC 层接收到发送 PDCP 层的 SN 信息之后,可以将该发送 PDCP 层的 SN 信息递交给接收 PDCP 层。

图 5b 是本申请实施例提供的另一种 SN 信息的交互示意图。如图 5b 所示,接收 RLC 层接收到发送 PDCP 层的 SN 信息和发送 RLC 层的 SN 信息之后,可以将该发送 PDCP 层的 SN 信息递交给接收 PDCP 层。

图 6a 是本申请实施例提供的又一种 SN 信息的交互示意图。如图 6a 所示,接收 MAC 层接收到发送 MAC 层的 SN 信息之后,可以将该发送 RLC 层的 SN 信息递交给接收 RLC 层。

图 6b 是本申请实施例提供的又一种 SN 信息的交互示意图。如图 6b 所示,接收 MAC 层接收到发送 PDCP 层的 SN 信息和发送 RLC 层的 SN 信息之后,可以将该发送 PDCP 层的 SN 信息和发送 RLC 层的 SN 信息递交给接收 RLC 层,接收 RLC 层可以将发送 PDCP 层的 SN 信息递交给接收 PDCP 层。图 6b 所示的接收 MAC 层向上层递交发送 PDCP 层的 SN 信息和发送 RLC 层的 SN 信息仅为示例。如接收 MAC 层也可以分别将发送 RLC 层的 SN 信息递交给接收 RLC 层,将发送 PDCP 层的 SN 信息递交给接收 PDCP 层。

图 6c 是本申请实施例提供的又一种 SN 信息的交互示意图。如图 6c 所示,接收 MAC 层接收到发送 PDCP 层的 SN 信息之后,可以将该 PDCP 层的 SN 信息递交给 RLC 层,该 RLC 层可以将该发送 PDCP 层的 SN 信息递交给接收 PDCP 层。或者,接收 MAC 层接收到发送 PDCP 层的 SN 信息之后,可以将该 PDCP 层的 SN 信息递交给接收 PDCP 层。

图 5a、图 5b、图 6a、图 6b、图 6c 示出的协议栈仅为示例,在具体实现中,RLC 层与 PDCP 层可以为部署于不同的功能模块或芯片中,MAC 层与 RLC 层也可能部署于不同的功能模块或芯片中,本申请实施例对此不作限定。关于 RLC 层和 PDCP 层分别部署于不同的功能模块的具体说明可以参考下文表 1 至表 6。

在一种可能的实现方式中,图 4 所示的方法还包括步骤 404、步骤 405。对于步骤 404 和步骤 405 的先后顺序,本申请实施例不作限定。

404、接收端的第一协议层基于发送端的第一协议层的 SN 信息更新接收端的第一协议层维护的变量。

405、接收端的第二协议层基于发送端的第二协议层的 SN 信息更新接收端的第二协议层维护的变量。

以下详细说明第一协议层和第二协议层更新变量的方法。

作为一个示例, UM 模式下, 接收 RLC 层可以维护以下变量:

- (1) RX_Next_Highest: 重组窗口上边界, 变量值等于接收到的没有完成重组的数据单元的最大 SN+1。
- (2) RX_Next_Reassembly: 等于第一个待考虑重组的 RLC SDU 的 SN。
- (3) RX_Timer_Trigger: 等于启动重组定时器时 RX_Next_Highest 的值。

作为另一个示例, AM 模式下, 接收 RLC 层可以维护以下变量:

- (1) RX_Next: RLC 接收窗口的下边界, 表示接收 RLC 层按序接收到的 RLC SDU 的下一个 SN。如所有 SN 小于 RX_Next 的 RLC SDU 都已经重组完成。
- (2) RX_Next_Highest: 表示接收 RLC 层接收到的 RLC SDU 的最大 SN+1。
- (3) RX_Next_Status_Trigger: 变量值等于触发重组定时器时 RX_Next_Highest 的值。
- (4) RX_Highest_Status: RLC 状态报告中"ACK_SN"字段可能取到的最大值。

以上所列举的接收 RLC 层维护的变量仅为示例, 关于变量或窗口的具体说明可以参考相关标准, 本申请实施例对此不作限定。

通常来说, 如在 AM 模式下, 当 SN 等于接收窗口下界 RX_Next 的数据单元被成功重组递交到上层后, 接收 RLC 层才会更新 RX_Next 的取值。如果这个数据单元没有被成功接收, 接收 RLC 层会通过 RLC 状态报告指示发送端重传该数据单元, 直到成功接收或者达到最大重传次数。由此, 如果发送端已经确定要丢弃这个数据单元, 则会导致接收 RLC 层无法及时更新其维护的变量, 从而不断请求重传丢弃的数据单元, 造成空口资源和设备能源的浪费, 以及传输时延的增加, 甚至在达到最大重传次数的情况下触发无线链路失败, 影响业务正常进行。

本申请实施例中, 接收 RLC 层能够快速地获取到发送 RLC 层的 SN 信息, 从而基于发送 RLC 层的 SN 信息及时更新其维护的变量和窗口。如接收 RLC 层可以基于该发送 RLC 层的 SN 信息确定发送端丢弃的数据单元的最大 SN, 并将 RX_Next 的取值更新为大于该 SN 信息中的最大 SN 且未被完全接收到的 RLC SDU 对应的 SN。示例性的, 接收 RLC 层可以丢弃 RLC SN 小于更新后的 RX_Next 的所有分段数据单元。示例性的, 当接收 RLC 层确定 RX_Next_Highest 的取值小于更新后的 RX_Next 时, 将 RX_Next_Highest 更新为 RX_Next。接收 RLC 层通过及时更新其维护的变量和窗口, 可以有效避免接收 RLC 层不断请求重传丢弃的数据单元, 节省重传的空口资源。

示例性的, 接收 PDCP 层维护的变量可以包括:

- (1) RX_DELIV: 用于标识 PDCP 接收窗口的下边界, 如表示第一个未递交给上层, 且接收端还在等待的 PDCP SDU 的计数 (count 或 COUNT) 值。
- (2) RX_NEXT: 等于当前接收到的数据单元的最大计数值加 1。
- (3) RX_REORD: 等于启动重排序定时器时 RX_NEXT 的值。

通常来说, 在 PDCP 层配置按序递交的情况下, 如果出现丢弃数据单元的情况, 则会造成接收 PDCP 层的接收窗口内的计数值是不连续的, 不断触发重排序定时器, 消耗接收端的处理资源。当出现重排序定时器超时的情况, 才允许接收 PDCP 层向上层递交数据单元, 从而也会导致接收端的处理时延增加, 影响后续数据单元的及时递交。

本申请实施例中, 接收 PDCP 层能够快速地获取到发送 PDCP 层的 SN 信息, 从而基于发送 PDCP 层的 SN 信息及时更新其维护的变量和窗口。如接收 PDCP 层可以基于该发送 PDCP 层的 SN 信息确定发送端丢弃的数据单元的最大计数值, 并将 RX_DELIV 更新为大于该最大计数值且未被接收到的 PDCP SDU 对应的计数值。示例性的, 接收 PDCP 层可以丢弃接收 PDCP 缓存中计数值小于更新后的 RX_DELIV 的所有 PDCP 数据单元。接收 PDCP 层通过及时更新其维护的变量和窗口, 可以有效避免不断触发重排序定时器而导致的消耗资源的情况, 节省了资源, 以及还可以有效地减小后续数据单元的处理时延。

作为一种可能的实现方式中, 图 4 所示的方法还可以包括:

接收 RLC 层发送第三 RLC 状态报告, 对应的, 发送 RLC 层接收该第三 RLC 状态报告。该第三 RLC 状态报告可以指示 SN 信息指示的数据单元中的一个或多个数据单元被成功接收。

该第三 RLC 状态报告可以指示 SN 信息中的数据单元被接收 RLC 层成功接收。从而可以有效地指示发送 RLC 层通过 RLC 控制 PDU 承载的 SN 信息被正确接收了, 而且接收 RLC 层也视作接收成功处理了。接收 RLC 层可以通过一个或多个第三 RLC 状态报告指示 SN 信息中的所有数据单元被成功接收。

本申请实施例中, 第三 RLC 状态报告的触发条件可以是接收 RLC 层基于 RLC 控制 PDU 更新了接收窗口和变量, 如接收 RLC 层基于 RLC 控制 PDU 对其维护的 RX_Next 变量进行了更新。或者, 第三 RLC

状态报告的触发条件可以是接收 RLC 层基于 RLC 控制 PDU 将 RLC SN 信息指示的数据单元视作接收成功处理。本申请实施例中，发送端在接收到第三 RLC 状态报告且该第三 RLC 状态报告指示第一 SN 信息指示的数据单元中的一个或多个数据单元被成功接收的情况下，发送端可以基于该第三 RLC 状态报告获知接收端已经接收到了第一 SN 信息。发送端可以基于该第三 RLC 状态报告及时地清除其缓存的第一 SN 信息或该第一 SN 信息所指示的数据单元。

作为另一种可能的实现方式中，图 4 所示的方法还可以包括：

a) 发送 RLC 层在接收到发送 PDCP 层的第二指示之后，不丢弃 RLC SDU 和相应的分段，或者发送 RLC 实体不丢弃对于已递交给底层进行传输过的 RLC SDU 和相应的分段，即未递交给底层传输的 RLC SDU 可以被丢弃。上述不丢弃数据单元表示仍可以将对应的 RLC SDU 和相应的分段保存在 RLC 层的缓存中。在接收 RLC 层未接收到 RLC 控制 PDU 的情况下，该接收 RLC 层可以正常触发 RLC 状态报告（如第二 RLC 状态报告），请求未接收成功 RLC SDU 的重传。由于发送 RLC 层未触发主动丢包，RLC SDU 和相应的分段还在 RLC 层的缓存中，因此发送 RLC 层在接收到来自接收 RLC 层的 RLC 状态报告之后，该发送 RLC 层仍可以照常对请求重传的数据单元进行重传。

b) 发送 RLC 层在接收到发送 PDCP 层的第二指示之后，可以丢弃 RLC SDU 和相应的分段。接收 RLC 层向发送 RLC 层发送第二 RLC 状态报告，该第二 RLC 状态报告指示的未被成功接收的数据单元包括 SN 信息指示的数据单元，如该第二 RLC 状态报告携带了已被丢弃的 RLC SDU/SDU 分段的 NACK。

作为一个示例，发送 RLC 层接收到第二 RLC 状态报告，可以基于该第二 RLC 状态报告重传前述所示的发送 PDCP 层的 SN 信息和发送 RLC 层的 SN 信息。也就是说，发送 RLC 层接收到的第二 RLC 状态报告中所指示的未被成功接收的数据单元包括了 SN 信息所指示的数据单元，则该发送 RLC 层可以基于该第二 RLC 状态报告获知接收 RLC 层可能未接收到发送 PDCP 层的 SN 信息和发送 RLC 层的 SN 信息。此时，发送 RLC 层可以重传发送 PDCP 层的 SN 信息和发送 RLC 层的 SN 信息。

作为另一个示例，发送 RLC 层接收到第二 RLC 状态报告，可以基于该第二 RLC 状态报告发送新的 SN 信息，该 SN 信息可以包括从前述 SN 信息中第一个未被接收 RLC 层成功接收的数据单元开始，指示丢弃的数据单元的发送 RLC 层的 SN 信息和发送 PDCP 层的 SN 信息。也就是说，发送 RLC 层接收到的第二 RLC 状态报告中所指示的未被成功接收的数据单元包括了 SN 信息所指示的数据单元，则该发送 RLC 层可以基于该第二 RLC 状态报告获知接收 RLC 层可能未接收到发送 PDCP 层的 SN 信息和发送 RLC 层的 SN 信息。此时，发送 RLC 层可以重新生成 SN 信息，该 SN 信息可能与上一次发送的 SN 信息指示的数据单元相同，也可能与上一次发送的 SN 信息指示的数据单元不同。

本申请实施例中，发送端在接收到第二 RLC 状态报告且该第二 RLC 状态报告指示的未被成功接收的数据单元包括 SN 信息指示的数据单元的情况下，发送端可以基于该第二 RLC 状态报告获知接收端可能未接收到 SN 信息，由此发送端可以及时地重传该 SN 信息，从而避免由于发送端的第一协议层丢弃数据单元而导致接收端的第一协议层不断地进行重排序而导致数据传输时延大的情况，或者，避免由于发送端的第一协议层丢弃数据单元而导致接收端的第一协议层不断要求重传而导致数据传输时延大的情况，有效降低了业务数据端到端的传输时延。

上述方式 a) 和 b) 均可以有效避免在 RLC 控制 PDU 丢包时导致发送端仍以为接收端已成功接收到该 RLC 控制 PDU 的情况。即使是 RLC 控制 PDU 没有 RLC SN，发送 RLC 层仍可以获知接收 RLC 层是否成功接收该 RLC 控制 PDU，从而提高了 RLC 控制 PDU 传输的可靠性，有效改善了 RLC 控制 PDU 传输不可靠而导致接收 RLC 层/接收 PDCP 层维护的接收窗口卡死的情况。

本申请实施例中，发送端通过其第二协议层的控制信令发送该发送端的第一协议层的 SN 信息，从而可以充分利用控制信令的处理优先级，使得接收端的第二协议层可以快速地接收到该 SN 信息，并将该 SN 信息递交给第一协议层。接收端的第一协议层快速地接收到第一协议层的 SN 信息之后，可以有效地利用该 SN 信息更新接收端的第一协议层维护的变量和窗口，减少接收端的第一协议层对后续数据单元的处理时延。

以下结合具体场景说明图 4 所示的数据处理方法。

图 7a 是本申请实施例提供的一种数据处理方法的场景示意图。图 7a 是以 RLC 层的模式为 AM 模式，该 AM RLC 关联 DRB 为例示出的。同时，图 7a 是以 PDCP 层为每个数据单元集合（即 PDU set）关联一个丢弃定时器（discard timer）为例示出的（如上文示例 2B）。如图 7a 所示，该方法包括：

701、发送 PDCP 层在 PDU set 关联的定时器超时，丢弃该 PDU set 中的所有 PDCP SDU 和 PDU。

对于已经递交给发送 RLC 层的数据单元, 发送 PDCP 层可以指示发送 RLC 层丢弃相应的数据单元。如图 7a 所示, 发送 PDCP 层可以通过第二指示向发送 RLC 层指示丢弃与上述 PDU set 相应的数据单元。步骤 701 中的定时器也可以称为丢弃定时器, 本申请实施例对于定时器的具体名称不作限定。

作为一个示例, 发送 PDCP 层可以对于没有被接收 RLC 层确认成功递交的数据单元, 向发送 RLC 层指示丢弃相应数据单元。该示例中, 第二指示 (该第二指示包括发送 PDCP 层的 SN 信息) 可以是丢弃的 PDU set 中未被接收 RLC 层确认成功递交的数据单元的 SN 信息。发送 RLC 层接收到该第二指示之后, 可以向接收 RLC 层发送 PDCP SN 信息和发送 RLC 层的 SN 信息。对于该示例的具体说明还可以参考上文示例 2B 中的第一个示例或示例 2C 等, 此处不再详述。

作为另一个示例, 发送 RLC 层接收到第二指示后, 判断丢弃的 PDU set 中是否存在没有被接收 RLC 层确认成功递交的数据单元, 则触发并向接收 RLC 层发送 PDCP SN 信息和 RLC SN 信息。对于该示例的具体说明还可以参考上文示例 2B 中的第二个示例或示例 2C 等, 此处不再详述。

702、发送 RLC 层通过 RLC 控制 PDU 向接收 RLC 层发送 PDCP SN 信息和 RLC SN 信息。

即丢弃的数据单元的 RLC SN 信息和丢弃的数据单元的 PDCPSN 信息通过 RLC 控制 PDU 承载。

作为一示例, 发送端丢弃的数据单元的 RLC SN 信息可以表示成如下形式之一:

1) 主动丢弃数据单元中最大的 RLC SN, 或者最大的 RLC SN+1。关于该示例的具体说明还可以参考上文示例 1A。

2) 一个或多个“连续丢弃数据单元的起始 RLC SN+连续丢弃数据单元的个数”。如将一个“连续丢弃数据单元的起始 RLC SN+连续丢弃数据单元的个数”称为连续丢弃数据块。例如, 发送 RLC 实体主动丢弃的数据单元对应的 RLC SN 分别为 2,3,4,6,7,8, 则可以通过“RLC SN 2+连续丢弃数据单元个数 3”表示 RLC SN 2,3,4 对应的 3 个数据单元被丢弃, 通过“RLC SN 6+连续丢弃数据单元个数 3”表示 RLC SN 6,7,8 对应的 3 个数据单元被丢弃。在该实现形式下, RLC 控制 PDU 中可以额外携带一个连续丢弃数据块数目字段, 用于指示当前 RLC 控制 PDU 中包含了多少个“连续丢弃数据单元的起始 RLC SN+连续丢弃数据单元的个数”。关于该示例的具体说明还可以参考上文示例 1B。

3) 起始 RLC SN + bitmap。其中, 起始 RLC SN 可以指示第一个开始丢弃数据单元的 SN, 或者第一个未被丢弃数据单元的 SN。以起始 RLC SN 指示第一个开始丢弃的数据单元的 SN 为例, 在发送 RLC 实体主动丢弃的数据单元对应的 RLC SN 分别为 2,3,4,6,7,8 时, 则可以携带 RLC SN=2, bitmap=11011100 表示 RLC SN 信息。bitmap 中‘110111’表示 RLC SN 3,4,6,7,8 对应的数据单元丢弃, RLC SN=5 对应的数据单元未丢弃, 末尾的‘00’作用是字节对齐。关于该示例的具体说明还可以参考上文示例 1C。

作为另一个示例, 发送端丢弃的数据单元的 PDCP SN 信息可以表示为如下形式之一:

1) 主动丢弃数据单元中最大的 PDCP SN 或者 PDCP SN+1, 或最大的 PDCP COUNT 或者 PDCP COUNT+1。

2) 一个或多个“连续丢弃数据单元的起始 PDCP SN/COUNT+连续丢弃数据单元的个数”。

3) 起始 PDCP SN/COUNT + bitmap, bitmap 中每 bit 指示后续 SN/COUNT 对应数据单元是否被主动丢弃。

关于 PDCP SN 信息的具体说明可以参考上述关于 RLC SN 信息的描述, 或者参考上文示例 1A~示例 1C。

图 7b 是本申请实施例提供的一种 SN 信息的示意图。如图 7b 所示, RLC 控制 PDU 中包括的 RLC SN 信息可以是起始 RLC SN+bitmap 的形式, 该 RLC 控制 PDU 中包括的 PDCP SN 信息可以是丢弃的数据单元中的最大 PDCP SN 的形式。当然, 图 7b 仅为示例, RLC 控制 PDU 中的 RLC SN 信息和 PDCP SN 信息还可以具有其他组合形式, 本申请实施例不再一一列举。

703、接收 RLC 层接收到 RLC 控制 PDU 后, 可以基于 RLC SN 信息更新 RLC 接收窗口和变量, 并将 PDCP SN 信息递交给接收 PDCP 层。

基于 RLC 控制 PDU 中携带的 RLC SN 信息, 对 RLC 接收窗口和变量进行更新。如接收 RLC 层可以将发送端主动丢弃的数据单元视作接收成功处理。如图 7b 所示, 接收 RLC 层可以认为 RLC SN 小于 RLC 控制 PDU 中携带的 RLC SN 的数据单元均视作接收成功。在后续反馈 RLC 状态报告时, 相应数据单元不会指示 NACK 信息。关于 RLC 状态报告的相关说明还可以参考上文第三 RLC 状态报告。

704、接收 PDCP 层在接收到接收 RLC 层指示的主动丢弃数据单元的 PDCP SN 信息后, 基于该 PDCP SN 信息更新 PDCP 接收窗口和变量。

示例性的, 接收 PDCP 层还可以将发送端主动丢弃的数据单元视作接收成功处理。

图 7c 是本申请实施例提供的一种接收 PDCP 层更新接收窗口的示意图。如图 7c 所示，接收 PDCP 缓存内 COUNT=200,202,204 对应的数据单元未接收到，RX_DELIV 对应当前窗口下边界为 200。接收到 PDCP SN 信息指示主动丢弃的数据单元的 COUNT 最大值为 204，接收 PDCP 层可以视为 COUNT=200,202,204 对应的数据单元接收成功，并将 RX_DELIV 更为 207。

上述图 7a 是针对 AM DRB 而言的，对于 UM DRB 来说发送 RLC 层接收到 PDCPSN 信息之后，将该 PDCP SN 信息承载于 RLC 控制 PDU 中。接收 RLC 层接收到该 PDCP SN 信息之后，将其递交给接收 PDCP 层，接收 PDCP 层可以基于该 PDCP SN 信息更新其维护的变量/窗口。

本申请实施例中，在发送 PDCP 层实体触发 PDU set 丢弃（PDU set 关联的丢弃定时器超时）时，通过 RLC 控制 PDU 将 PDCP SN 信息和 RLC SN 信息快速传递给接收端。从而可以实现接收 RLC 层和接收 PDCP 层快速推动窗口，避免接收端不必要的重排序对数据传输引入额外的等待时延，降低业务数据端到端传输时延，提升用户业务体验。体递交 PDCP 丢包信息，使能 PDCP 接收窗口快速推动。

以下以接收端是网络设备为例说明本申请实施例提供的数据处理方法。

图 8 是本申请实施例提供的 CU-DU 分离架构下的数据处理方法的场景示意图。如图 8 所示，网络设备如基站作为接收端时，DU 上的接收 RLC 层接收到 RLC 控制 PDU 后，可以基于 RLC SN 信息进行窗口/变量更新，并将 PDCP SN 信息递交给接收 PDCP 层。CU 上的接收 PDCP 层接收到 PDCP SN 信息后，可以基于该 PDCP SN 信息进行窗口/变量更新。

本申请实施例提供了一种新的帧，该帧可以用于传递 PDCP SN 信息。如在 DU 可以通过 F1-U（仅为示例）接口向 CU 发送承载 PDCP SN 信息的帧。示例性的，该帧可以称为丢弃状态（discardstatus）帧，或者上行（uplink，UL）丢弃状态帧等。为便于描述，下文均以 UL 丢弃状态帧为例进行说明。下文所示的表 1 至表 7 指示 PDCP SN 信息的相关说明同样适用于上文示例 1A~示例 1C，以及 PDCP SN 信息。

作为一个示例，表 1 是本申请实施例示出的一种 UL 丢弃状态帧的格式示意。该 UL 丢弃状态帧中的 PDCP SN 信息的形式可以与 RLC 控制 PDU 中的 SN 信息的形式（如上述示例 1A~示例 1C）相同，或者与 MAC CE 中的 SN 信息的形式（如上述示例 1A~示例 1C）相同。

表 1

Bits								字节数(numberofoctets)
7	6	5	4	3	2	1	0	
PDU 类型 (PDU type) (=x)				备用的 (Spare)				1
丢弃的 PDCP PDUs 的最大 PDCP SN/PDCP 计数(max PDCP SN/PDCP COUNT of the discard PDCP PDUs)								3 或 4

如表 1 所示，PDU 类型字段的取值 x 表示该帧是 UL 丢弃状态帧。如 x 可以取[3, 15]之间的一个整数。丢弃的 PDCP PDUs 的最大 PDCP SN/PDCP 计数值的具体说明可以参考上文（如示例 1A 等），此处不再详述。表 1 所示的各个字节数仅为示例，本申请实施例对此不作限定。同样的，本申请实施例对于表 2~表 6 所示的各个字节数也不作限定。

作为另一个示例，表 2 是本申请实施例示出的另一种 UL 丢弃状态帧的格式示意。

表 2

Bits								字节数 (number of octets)
7	6	5	4	3	2	1	0	
PDU 类型 (PDU type) (=x)				备用的 (Spare)				1
连续丢弃数据块的数量 (number of discarded blocks)								1
一个连续丢弃数据块的起始 PDCP SN/COUNT (Start PDCP SN/COUNT of a discarded block)								3 或 4
一个连续丢弃数据块中 PDCP PDU 的个数 (Number of consecutive discarded PDCP PDUs in the discarded block)								
.....								

如表 2 所示，PDU 类型字段的取值 x 表示该帧是 UL 丢弃状态帧。关于表 2 的相关说明还可以参考上文（如示例 1B 等）。表 2 中仅示例性地示出了一个“连续丢弃数据单元的起始 RLC SN+连续丢弃数据单元的个数”，该“连续丢弃数据单元的起始 RLC SN+连续丢弃数据单元的个数”的数量等于连续丢弃数据块的数量。表 2 所示的数据块可以包括一个或多个连续的数据包（或数据单元）。表 2 和表 5 是以数据块

为例示出的。作为另一种示例，表 2 和表 5 也可以以数据单元来表示，此处不再详述。

作为又一个示例，表 3 是本申请实施例示出的又一种 UL 丢弃状态帧的格式示意。

表 3

Bits								字节数（number of octets）
7	6	5	4	3	2	1	0	
PDU 类型（PDU type）（=x）				备用的（Spare）				1
第一个开始丢弃数据单元的 PDCP SN/计数值（start PDCP SN/COUNT）								3 或 4
比特位图的长度（length bitmap）								1
比特位图（bitmap）								比特位图的长度

如表 3 所示，PDU 类型字段的取值 x 表示该帧是 UL 丢弃状态帧。关于表 3 的具体说明还可以参考上文（如示例 1C 等）。

UL 丢弃状态帧还可以复用目前的辅助信息数据 (assistance information data) 帧。表 4-表 6 是在辅助信息数据帧的基础上进行扩展后的帧格式。

作为一个示例，表 4 是本申请实施例示出的一种辅助信息数据帧的扩展格式示意。

表 4

Bits								字节数 (number of octets)
7	6	5	4	3	2	1	0	
PDU 类型 (PDU type) (=x)				PDCP 重复 (pupl.) Ind.	辅助信息 ind.	上行时延 (UL delay) 指示 (indication, ind.)	下行时延 (DL delay) ind.	1
备用 (spare)						上行丢弃状态 (UL discard status) ind.	PDCP 重复激活建议 (PDCP Duplication Activation Suggestion)	1
辅助信息字段的个数 (number of assistance information fields)								0 或 1
辅助信息类型 (assistance information type)								0 或 (2*辅助信息字段的数目+无线质量辅助信息字段八位字节的数目之和)
无线质量辅助信息字段的八位字节数 (number of octets for radio quality assistance information fields)								
无线质量援助信息 (radio quality assistance information)								
上行时延 DU 结果 (UL delay DU result)								0 或 4
下行时延 DU 结果 (DL delay DU result)								0 或 4
丢弃的 PDCP PDUs 的最大 PDCP SN/PDCP 计数 (max PDCP SN/PDCP COUNT of the discard PDCP PDUs)								3 或 4

表 4 中加粗部分可以是与 PDCP SN 信息相关的内容，这部分的具体说明可以参考上文，此处不再详述。表 4 中非加粗部分的说明可以参考相关标准，本申请实施例对此不作限定。

作为另一个示例，表 5 是本申请实施例示出的一种辅助信息数据帧的扩展格式示意。

表 5

Bits								字节数 (number of octets)
7	6	5	4	3	2	1	0	
PDU 类型 (PDU type) (=x)				PDCP 重复 (pupl.) Ind.	辅助信息 ind.	上行时延 (UL delay) ind.	下行时延 (DL delay) ind.	1
备用 (spare)						上行丢弃状态 (UL discard status) ind.	PDCP 重复激活建议 (PDCP Duplication	1

		Activation Suggestion)	
辅助信息字段的个数 (number of assistance information fields)			0 或 1
辅助信息类型 (assistance information type)			0 或 (2*辅助信息字段的数目+无线质量辅助信息字段八位字节的数目之和)
无线质量辅助信息字段的八位字节数 (number of octets for radio quality assistance information fields)			
无线质量援助信息 (radio quality assistance information)			
上行时延 DU 结果 (UL delay DU result)			0 或 4
下行时延 DU 结果 (DL delay DU result)			0 或 4
连续丢弃数据块的数量 (numberofdiscardblocks)			1
一个连续丢弃数据块的起始 PDCP SN/COUNT (Start PDCP SN/COUNT of a discarded block)			3 或 4
一个连续丢弃数据块中 PDCP PDU 的个数 (Number of consecutive discarded PDCP PDUs in the discarded block)			1

表 5 中加粗部分可以是与 PDCP SN 信息相关的内容，这部分的具体说明可以参考上文，此处不再详述。表 5 中非加粗部分的说明可以参考相关标准，本申请实施例对此不作限定。

作为又一个示例，表 6 是本申请实施例示出的一种辅助信息数据帧的扩展格式示意。

表 6

Bits								字节数（numberofoctets）
7	6	5	4	3	2	1	0	
PDU 类 型 （PDU type） （=x）				PDCP 重 复（pupl.） Ind.	辅助 信息 ind.	上 行 时 延 （UL delay） ind.	下 行 时 延 （DL delay） ind.	1
备用（spare）						上行丢弃状态（UL discardstatus） ind.	PDCP 重复激活建 议（PDCP Duplication Activation Suggestion）	1
辅助信息字段的个数（number of assistance information fields）								0 或 1
辅助信息类型（assistance information type）								0 或（2*辅助信息字段的数 目+无线质量辅助信息字 段八位字节的数目之和）
无线质量辅助信息字段的八位字节数（number of octets for radio quality assistance information fields）								
无线质量援助信息（radio quality assistance information）								
上行时延 DU 结果（UL delay DU result）								0 或 4
下行时延 DU 结果（DL delay DU result）								0 或 4
第一个开始丢弃数据单元的 PDCP SN/计数值（startPDCP SN/COUNT）								1
比特位图的长度（lengthbitmap）								3 或 4
比特位图（bitmap）								比特位图的长度

表 6 中加粗部分可以是与 PDCP SN 信息相关的内容，这部分的具体说明可以参考上文，此处不再详述。表 6 中非加粗部分的说明可以参考相关标准，本申请实施例对此不作限定。

本申请实施例中，扩展了 DU 与 CU 之间的 F1-U 接口信令，从而在接收端为网络设备时，本申请实施例提供的处理数据方法可以应用于 CU-DU 分离网络架构中。当然，本申请实施例提供的数据处理方法也可以应用于 ORAN 的网络架构中，此处不再一一列举。

在本申请的另一些实施例中，还提供了一种数据处理方法及装置，可以有效提高 ARQ 重传，提高在 PDB/PSDB 内传输的可靠性。示例性的，发送端可以通过 L1/L2 信令快速触发 ARQ 重传。

图 9a 是本申请实施例提供的一种数据处理方法的流程示意图，如图 9a 所示，该方法包括：

901、网络设备未成功解码 HARQ 进程 A 的 TB 时，通过 L1 信令或 L2 信令发送指示信息。对应的，终端设备通过该 L1 信令或 L2 信令接收指示信息。该指示信息用于指示该终端设备该 TB 未成功解码，或该 TB 的最后一次调度仍解码失败。

上述未成功解码也可以替换为：未成功接收或传输失败或解码失败等。

举例来说，对于上行传输，在一个小区上，基站调度了 HARQ 进程 A 的 TB 传输后，基站未成功解码该 TB，且决定后续不再继续调度该 HARQ 进程 A 的重传，则基站可以通过 L1 信令或 L2 信令指示 UE 该 TB 传输失败。本申请实施例所示的 HARQ 进程 A 仅为示例，此处所示的 A 可以用于表示进程的标识。

L1 信令的实现方式包括：

a)在后续调度 HARQ 进程 A 的新传调度 DCI 中携带指示信息，用于指示 UE 该 HARQ 进程 A 的前一次 TB 传输未解码成功。

b)在对同小区的其他 HARQ 进程（如 HARQ 进程 B）的调度 DCI 中携带指示信息，用于向 UE 指示 HARQ 进程 A 的前一次 TB 传输未解码成功。在该方式中，指示信息可以包含 HARQ 进程 A 的进程号。

c)在调度其他小区的 HARQ 进程的 DCI 中携带指示信息，用于向 UE 指示 HARQ 进程 A 的前一次 TB 传输未解码成功。在该方式中，指示信息可以包含 HARQ 进程 A 关联的小区标识，HARQ 进程 A 的进程号。

L2 信令可以是 MAC CE。在该 MAC CE 中，基站可以向 UE 指示至少一个 HARQ 进程（一个或多个 HARQ 进程）的前一次 TB 传输未解码成功。该至少一个 HARQ 进程的 TB 均解码失败。例如该 MAC CE 中可以携带小区标识，HARQ 进程 A 的标识（如进程号）；或者，该 MAC CE 可以携带小区标识和一个比特位图，该比特位图中每个比特可以对应该小区中的一个 HARQ 进程前一次传输是否解码成功的指示信息。可选的，该 MAC CE 中可以不携带小区标识，UE 通过在哪一个小区上接收到该 MAC CE，确定该 MAC CE 指示的是相应小区的上行传输是否解码成功的信息。

902、在指示信息承载于 L1 信令时，终端设备可以将该 L1 信令中携带的指示信息递交给 MAC 层。

在指示信息承载于 L2 信令时，终端设备可以通过 MAC 层接收该 L2 信令。

903、终端设备向 LCH X 对应的 RLC 层指示上述 TB 传输失败。

终端设备的 MAC 层确定 HARQ 进程 A 的前一次 TB 传输失败，并判断该 TB 中包含指定逻辑信道（logical channel, LCH）X 的数据单元，则终端设备向 LCH X 对应的 RLC 层指示前一次数据传输失败。

上述 X 为逻辑信道的标识。

904、终端设备的 RLC 层触发对前一次传输机会所传输的 RLC SDU/SDU 分段进行 ARQ 重传。

即 UE 的 RLC 实体可以认为对于前一次传输机会，由 RLC 层递给 MAC 层的所有 RLC SDU/SDU 分段均接收到网络设备的 NACK 反馈。

本申请实施例中，触发 ARQ 重传的条件可以是终端设备通过 L1 信令或 L2 信令携带的指示某个 TB 解码失败的 NACK 反馈（即上述指示信息），通过 L1 信令或 L2 信令可以实现快速触发 ARQ 重传的目的。

图 9b 是本申请实施例提供的另一种数据处理方法的流程示意图。关于发送端和接收端的说明可以参考上述关于通信系统的描述。作为一个示例，发送端可以包括网络设备或设置于网络设备中的芯片或功能模块等，接收端可以包括终端设备或设置于终端设备中的芯片或功能模块等。作为另一个示例，发送端可以包括终端设备或设置于终端设备中的芯片或功能模块等，接收端可以包括网络设备或设置于网络设备中的芯片或功能模块等，此处不再一一列举。如图 9b 所示，该方法包括：

911、发送端向接收端发送 TB，对应的，接收端接收该 TB。

示例性的，对于下行传输，LCH X 可以用于传输 XR 业务等时延和可靠性要求高的业务。如在下行传输 TB 中可以包含来自 LCH X 的 RLC SDU 分段（segment）#1。基站可以通过空口传输该 TB。

912、接收端未成功解码该 TB，反馈 HARQ NACK。

发送端在接收到该 HARQ NACK 之后，可以重传若干次该 TB。如发送端经历若干次 HARQ 重传，接收端仍未成功解码该 TB 并反馈 HARQ NACK。

913、在该 TB 的 HARQ NACK 次数达到最大次数时，发送端判断该 TB 中包括 RLC SDU 分段（segment）#1，通知 RLC 层重传 RLC SDU 分段（segment）#1。

示例性的，发送端可以判断该 TB 中包括 RLC SDU 分段（segment）#1，通知发送 RLC 层该 RLC SDU 分段（segment）#1 传输失败。发送 RLC 层可以向接收 RLC 层发送轮询（polling）信息，请求接收 RLC 层反馈 RLC 状态报告。发送 RLC 层可以基于 RLC 状态报告对未传输成功的数据包进行重传。上述 RLC SDU 分段（segment）#1 仅为示例，对于其他 RLC SDU 或分段，本申请实施例同样适用。

914、发送端的RLC层将RLC SDU分段(segment)#1重新封装成确认模式数据(AM data, AMD) PDU递交给底层,通过新的TB传输。

示例性的,上述步骤913和步骤914还可以替换为:在该TB的HARQ NACK次数达到最大次数时,发送端可以重传上述TB,或者,发送端可以通过发送RLC层重传该TB的RLC SDU分段或RLC SDU。

通常来说,发送RLC层需要在接收到接收RLC层反馈的RLC状态报告后,基于该RLC状态报告中指示的NACK SN信息,对相应RLC SN的数据包进行重传。接收RLC层在满足RLC状态报告触发条件时触发RLC状态报告。示例性的,触发条件可以包括:1)接收到发送端的轮询(polling)指示;2)接收端窗口内出现空洞所启动的t-Reassembly定时器超时。当有RLC状态报告被触发,接收RLC层在t-StatusProhibit定时器未运行时,允许生成RLC状态PDU并发送该RLC状态PDU。

然而,对于XR业务来说,PDB/PSDB通常较小(如15ms),在使用AM RLC时,上述RLC状态报告触发和发送的速度较慢,难以在PDB时长内尽快触发重传,提升业务传输可靠性。通过本申请实施例图9a所示的方法通过L1信令或L2信令携带的指示某个TB解码失败的NACK触发ARQ重传,或者,在针对某个TB的HARQ NACK次数达到最大次数触发ARQ重传,从而实现了快速触发ARQ重传的目的,提高了PDB/PSDB内数据传输的可靠性。如本申请实施例所示的触发条件可以包括上文示出的1)和2),以及还可以包括图9a所示的L1信令或L2信令,以及图9b所示的HARQ NACK次数。

上述各个实施例中,其中一个实施例中未详细描述的地方可以参考其他实施例。

以下将介绍本申请实施例提供的通信装置。

本申请根据上述方法实施例对通信装置进行功能模块的划分,例如,可以对应各个功能划分各个功能模块,也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能模块的形式实现。需要说明的是,本申请中对模块的划分是示意性的,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。下面将结合图10至图12详细描述本申请实施例的通信装置。

图10是本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图,如图10所示,该通信装置包括处理模块1001和收发模块1002。收发模块1002可以实现相应的通信功能,处理模块1001用于进行数据处理。如收发模块1002还可以称为接口、通信接口或通信模块等。

在本申请的一些实施例中,该通信装置可以用于执行上文方法实施例中发送端所执行的动作,如该发送端可以为设备本身或者可配置于设备中的芯片或功能模块等,收发模块1002用于执行上文方法实施例中发送端收发相关的操作,处理模块1001用于执行上文方法实施例中发送端处理相关的操作。

示例性的,处理模块1001,用于获取发送端的第一协议层丢弃的数据单元的SN信息;

收发模块1002,用于通过该发送端的第二协议层的控制信令发送或输出该SN信息。

示例性的,收发模块1002,具体用于通过该发送端的第二协议层的控制信令发送或输出发送端的第一协议层的SN信息和发送端的第二协议层的SN信息。

示例性的,收发模块1002,还用于接收或输入第一RLC状态报告;处理模块1001,具体用于基于该第一RLC状态报告指示的被成功接收的数据单元的SN以及发送端的第一协议层丢弃的数据单元确定SN信息。

示例性的,收发模块1002,还用于接收或输入第二RLC状态报告;以及在第二RLC状态报告指示的未被成功接收的数据单元包括SN信息指示的数据单元的情况下,通过发送端的第二协议层的控制信令发送或输出SN信息。

示例性的,收发模块1002,还用于接收或输入第三RLC状态报告。

复用图10,在本申请的另一些实施例中,该通信装置可以用于执行上文方法实施例中接收端所执行的动作,如该接收端可以为设备或者可配置于设备的芯片或功能模块等,收发模块1002用于执行上文方法实施例中接收端收发相关的操作,处理模块1001用于执行上文方法实施例中接收端处理相关的操作。

示例性的,收发模块1002,用于接收或输入通过来自发送端的第二协议层的控制信令;

处理模块1001,用于获取发送端的第一协议层丢弃的数据单元的SN信息;

该处理模块1001,还用于接收端的第二协议层向其第一协议层输出该SN信息。

示例性的,处理模块1001,可以用于对SN信息进行处理。如基于发送端的PDCP层的SN信息更新接收端的PDCP层维护的变量。又如基于发送端的RLC层的SN信息更新接收端的RLC层维护的变量。

示例性的,收发模块1002,具体用于接收或输入通过来自发送端的第二协议层的控制信令;

处理模块 1001, 具体用于获取发送端的 PDCP 层的 SN 信息和发送端的 RLC 层的 SN 信息。

示例性的, 收发模块 1002, 还用于发送或输出第三 RLC 状态报告。

示例性的, 收发模块 1002, 还用于发送或输出第二 RLC 状态报告。

复用图 10, 在本申请的一些实施例中, 该通信装置可以用于执行上文方法实施例中终端设备所执行的动作, 如该通信装置可以为终端设备或可配置于终端设备中的芯片或功能模块等, 收发模块 1002 用于执行上文方法实施例中终端设备收发相关的操作, 处理模块 1001 用于执行上文方法实施例中终端设备处理相关的操作。

示例性的, 收发模块 1002, 用于接收或输入指示信息; 处理模块 1001, 用于基于该指示信息触发 SDU 的 ARQ 重传。

示例性的, 收发模块 1002, 用于在终端设备未成功解码 TB 时, 发送 HARQ NACK, 在该 TB 的 HARQ NACK 的次数达到最大次数的情况下, 触发 SDU 的 ARQ 重传。

复用图 10, 在本申请的另一一些实施例中, 该通信装置可以用于执行上文方法实施例中网络设备所执行的动作, 如该通信装置可以为网络设备或可配置于网络设备中的芯片或功能模块等, 收发模块 1002 用于执行上文方法实施例中网络设备收发相关的操作, 处理模块 1001 用于执行上文方法实施例中网络设备处理相关的操作。

示例性的, 收发模块 1002, 用于在未成功解码进程的 TB 时, 发送指示信息。

示例性的, 收发模块 1002, 用于在网络设备未成功解码 TB 时, 发送 HARQ NACK, 在该 TB 的 HARQ NACK 的次数达到最大次数的情况下, 触发 SDU 的 ARQ 重传。

可选地, 上述各个实施例中, 通信装置还可以包括存储模块, 该存储模块可以用于存储指令和/或数据, 处理模块 1001 可以读取存储模块中的指令和/或数据, 以使得通信装置实现前述方法实施例。

上述各个实施例中, 关于 SN 信息、发送端的 PDCP 层的 SN 信息、发送端的 RLC 层的 SN 信息、第一 RLC 状态报告、第二 RLC 状态报告、第三 RLC 状态报告、指示信息、HARQ NACK 等术语或步骤的具体说明等可以参考上文方法实施例中的介绍, 这里不再一一详述。

上述各个实施例示出的收发模块和处理模块的具体说明仅为示例, 对于收发模块和处理模块的具体功能或执行的步骤等, 可以参考上述方法实施例, 这里不再详述。

以上介绍了本申请实施例的通信装置, 以下介绍所述通信装置可能的产品形态。但凡具备上述图 10 所述的通信装置的功能的任何形态的产品, 都落入本申请实施例的保护范围。以下介绍仅为举例, 不限制本申请实施例的通信装置的产品形态仅限于此。

在一种可能的实现方式中, 图 10 所示的通信装置中, 处理模块 1001 可以是一个或多个处理器, 收发模块 1002 可以是收发器, 或者收发模块 1002 还可以是发送模块和接收模块, 发送模块可以是发送器, 接收模块可以是接收器, 该发送模块和接收模块集成于一个器件, 例如收发器。本申请实施例中, 处理器和收发器可以被耦合等, 对于处理器和收发器的连接方式, 本申请实施例不作限定。在执行上述方法的过程中, 上述方法中有关发送信息的过程, 可以为由处理器输出上述信息的过程。在输出上述信息时, 处理器将该上述信息输出给收发器, 以便由收发器进行发射。该上述信息在由处理器输出之后, 还可能需要进行其他的处理, 然后才到达收发器。类似的, 上述方法中有关接收信息的过程, 可以为处理器接收输入的上述信息的过程。处理器接收输入的信息时, 收发器接收该上述信息, 并将其输入处理器。更进一步的, 在收发器收到该上述信息之后, 该上述信息可能需要进行其他的处理, 然后才输入处理器。

如图 11 所示, 该通信装置 110 包括一个或多个处理器 1120 和收发器 1110。示例性的, 收发器 1110, 用于执行如图 10 所示的收发模块 1002 所实现的功能或步骤, 处理器 1120, 用于执行如图 10 所示的处理模块 1001 所实现的功能或步骤。关于处理器 1120 和收发器 1110 的具体说明可以参考图 10 或上文所示的方法实施例, 此处不再详述。

上述各个实施例中, 关于 SN 信息、发送端的 PDCP 层的 SN 信息、发送端的 RLC 层的 SN 信息、第一 RLC 状态报告、第二 RLC 状态报告、第三 RLC 状态报告、指示信息、HARQ NACK 等术语或步骤的具体说明等可以参考上文方法实施例中的介绍, 这里不再一一详述。

在图 11 所示的通信装置的各个实现方式中, 收发器可以包括接收机和发射机, 该接收机用于执行接收的功能(或操作), 该发射机用于执行发射的功能(或操作)。以及收发器用于通过传输介质和其他设备/装置进行通信。

可选的, 通信装置 110 还可以包括一个或多个存储器 1130, 用于存储程序指令和/或数据。存储器 1130

和处理器 1120 耦合。本申请实施例中的耦合是装置、单元或模块之间的间接耦合或通信连接，可以是电性、机械或其它的形式，用于装置、单元或模块之间的信息交互。处理器 1120 可能和存储器 1130 协同操作。处理器 1120 可以执行存储器 1130 中存储的程序指令。可选的，上述一个或多个存储器中的至少一个可以包括于处理器中。

本申请实施例中不限定上述收发器 1110、处理器 1120 以及存储器 1130 之间的具体连接介质。本申请实施例在图 11 中以存储器 1130、处理器 1120 以及收发器 1110 之间通过总线 1140 连接，总线在图 11 中以粗线表示，其它部件之间的连接方式，仅是进行示意性说明，并不引以为限。所述总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示，图 11 中仅用一条粗线表示，但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

在本申请实施例中，处理器可以是通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路、现场可编程门阵列或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等，可以实现或者执行本申请实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者任何常规的处理器等。结合本申请实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件处理器执行完成，或者用处理器中的硬件及软件模块组合执行完成等。

本申请实施例中，存储器可包括但不限于硬盘（hard disk drive, HDD）或固态硬盘（solid-state drive, SSD）等非易失性存储器，随机存储记忆体（Random Access Memory, RAM）、可擦除可编程只读存储器（Erasable Programmable ROM, EPROM）、只读存储器（Read-Only Memory, ROM）或便携式只读存储器（Compact Disc Read-Only Memory, CD-ROM）等等。存储器是能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的程序代码，并能够由计算机（如本申请示出的通信装置等）读和/或写的任何存储介质，但不限于此。本申请实施例中的存储器还可以是电路或者其它任意能够实现存储功能的装置，用于存储程序指令和/或数据。

处理器 1120 主要用于对通信协议以及通信数据进行处理，以及对整个通信装置进行控制，执行软件程序，处理软件程序的数据。存储器 1130 主要用于存储软件程序和数据。收发器 1110 可以包括控制电路和天线，控制电路主要用于基带信号与射频信号的转换以及对射频信号的处理。天线主要用于收发电磁波形式的射频信号。输入输出装置，例如触摸屏、显示屏，键盘等主要用于接收用户输入的数据以及对用户输出数据。

当通信装置开机后，处理器 1120 可以读取存储器 1130 中的软件程序，解释并执行软件程序的指令，处理软件程序的数据。当需要通过无线发送数据时，处理器 1120 对待发送的数据进行基带处理后，输出基带信号至射频电路，射频电路将基带信号进行射频处理后将射频信号通过天线以电磁波的形式向外发送。当有数据发送到通信装置时，射频电路通过天线接收到射频信号，将射频信号转换为基带信号，并将基带信号输出至处理器 1120，处理器 1120 将基带信号转换为数据并对该数据进行处理。

在另一种实现中，所述的射频电路和天线可以独立于进行基带处理的处理器而设置，例如在分布式场景中，射频电路和天线可以与独立于通信装置，呈拉远式的布置。

本申请实施例示出的通信装置还可以具有比图 11 更多的元器件等，本申请实施例对此不作限定。以上所示的处理器和收发器所执行的方法仅为示例，对于该处理器和收发器具体所执行的步骤可参照上文介绍的方法。

在另一种可能的实现方式中，图 10 所示的通信装置中，处理模块 1001 可以是一个或多个逻辑电路，收发模块 1002 可以是输入输出接口，又或者称为通信接口，或者接口电路，或接口等等。或者收发模块 1002 还可以是发送模块和接收模块，发送模块可以是输出接口，接收模块可以是输入接口，该发送模块和接收模块集成于一个模块，例如输入输出接口。如图 12 所示，图 12 所示的通信装置包括逻辑电路 1201 和接口 1202。即上述处理模块 1001 可以用逻辑电路 1201 实现，收发模块 1002 可以用接口 1202 实现。其中，该逻辑电路 1201 可以为芯片、处理电路、集成电路或片上系统（system on chip, SoC）芯片等，接口 1202 可以为通信接口、输入输出接口、管脚等。示例性的，图 12 是以上述通信装置为芯片为例出的，该芯片包括逻辑电路 1201 和接口 1202。

本申请实施例中，逻辑电路和接口还可以相互耦合。对于逻辑电路和接口的具体连接方式，本申请实施例不作限定。示例性的，逻辑电路 1201 可以用于执行如图 10 所示的处理模块 1001 所实现的功能或步骤，接口 1202 可以用于执行如图 10 所示的收发模块 1002 所实现的功能或步骤。关于逻辑电路 1201 和接口 1202 的具体说明可以参考图 10 或上文所示的方法实施例，此处不再详述。

以上关于通信装置的说明仅为示例，对于图 12 所示的通信装置的具体说明还可以参考上文方法实施例或图 10 或图 11，此处不再详述。

本申请实施例示出的通信装置可以采用硬件的形式实现本申请实施例提供的方法，也可以采用软件的形式实现本申请实施例提供的方法等，本申请实施例对此不作限定。

上述各个实施例中，关于 SN 信息、发送端的 PDCP 层的 SN 信息、发送端的 RLC 层的 SN 信息、第一 RLC 状态报告、第二 RLC 状态报告、第三 RLC 状态报告、指示信息、HARQ NACK 等术语或步骤的具体说明等可以参考上文方法实施例中的介绍，这里不再一一详述。对于图 12 所示的各个实施例的具体实现方式，还可以参考上述各个实施例，这里不再详述。

本申请实施例还提供了一种通信系统，该通信系统包括发送端和接收端，发送端和接收端可以用于执行前述任一实施例中的方法。

本申请实施例还提供了一种通信系统，该通信系统包括终端设备和网络设备，终端设备和网络设备可以用于执行前述任一实施例中的方法。

此外，本申请还提供一种计算机程序，该计算机程序用于实现本申请提供的方法中由各个通信装置执行的操作和/或处理。

本申请还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有计算机代码，当计算机代码在计算机上运行时，使得计算机执行本申请提供的方法中由各个通信装置执行的操作和/或处理。

本申请还提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括计算机代码或计算机程序，当该计算机代码或计算机程序在计算机上运行时，使得本申请提供的方法中由各个执行的操作和/或处理被执行。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅是示意性的，例如，所述模块的划分，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，例如多个模块或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另外，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口、装置或单元的间接耦合或通信连接，也可以是电的，机械的或其它的形式连接。

所述作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的，作为模块显示的部件可以是或者也可以不是物理模块，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络模块上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本申请实施例提供的方案的技术效果。

另外，在本申请各个实施例中的各功能模块可以集成在一个处理模块中，也可以是各个模块单独物理存在，也可以是两个或两个以上模块集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。

所述集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解，本申请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可读存储介质中，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）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的可读存储介质包括：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。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1. 一种数据处理方法，其特征在于，所述方法包括：
获取发送端的第一协议层丢弃的数据单元的第一序列号 SN 信息；
通过所述发送端的第二协议层的控制信令向接收端的第二协议层发送所述第一 SN 信息。
2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述发送端的第二协议层为所述发送端的无线链路控制 RLC 层，所述发送端的第一协议层为所述发送端的分组数据汇聚协议 PDCP 层。
3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述控制信令包括 RLC 控制协议数据单元 PDU。
4. 根据权利要求 1-3 任一项所述的方法，其特征在于，所述通过所述发送端的第二协议层的控制信令向接收端的第二协议层发送所述第一 SN 信息包括：
通过所述发送端的 RLC 层的所述 RLC 控制 PDU 向所述接收端的 RLC 层发送所述第一 SN 信息和第二 SN 信息，所述第二 SN 信息为所述发送端的 RLC 层的 SN 信息。
5. 根据权利要求 1-4 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
接收第一 RLC 状态报告；
所述获取发送端的第一协议层丢弃的数据单元的第一序列号 SN 信息包括：
基于所述第一 RLC 状态报告指示的被成功接收的数据单元的 SN 以及所述发送端的第一协议层丢弃的数据单元确定所述第一 SN 信息。
6. 根据权利要求 1-5 任一项所述的方法，其特征在于，所述发送端的第二协议层的控制信令向接收端的第二协议层发送所述第一 SN 信息之后，所述方法还包括：
接收第二 RLC 状态报告；
在所述第二 RLC 状态报告指示的未被成功接收的数据单元包括所述第一 SN 信息指示的数据单元的情况下，通过所述发送端的第二协议层的控制信令向所述接收端的第二协议层重传所述第一 SN 信息。
7. 根据权利要求 1-5 任一项所述的方法，其特征在于，所述发送端的第二协议层的控制信令向接收端的第二协议层发送所述第一 SN 信息之后，所述方法还包括：
接收第三 RLC 状态报告，所述第三 RLC 状态报告指示所述第一 SN 信息指示的数据单元中的一个或多个数据单元被成功接收。
8. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述发送端的第二协议层为所述发送端的媒体接入控制 MAC 层，所述发送端的第一协议层为所述发送端的 RLC 层。
9. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述控制信令包括 MAC 控制元素 CE。
10. 一种数据处理方法，其特征在于，所述方法包括：
接收端的第二协议层通过来自发送端的第二协议层的控制信令获取所述发送端的第一协议层丢弃的数据单元的第一序列号 SN 信息；
所述接收端的第二协议层向所述接收端的第一协议层发送所述第一 SN 信息。
11. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述接收端的第二协议层为所述接收端的无线链路控制 RLC 层，所述接收端的第一协议层为所述接收端的分组数据汇聚协议 PDCP 层。
12. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述控制信令包括 RLC 控制协议数据单元 PDU。
13. 根据权利要求 10-12 任一项所述的方法，其特征在于，所述接收端的第二协议层通过来自发送端的第二协议层的控制信令获取所述发送端的第一协议层丢弃的数据单元的第一序列号 SN 信息包括：
所述接收端的第二协议层通过来自所述发送端的第二协议层的所述控制信令获取所述第一 SN 信息和第二 SN 信息，所述第二 SN 信息为所述发送端的 RLC 层的 SN 信息，所述第一 SN 信息为所述发送端的 PDCP 层的 SN 信息。
14. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
基于所述发送端的 PDCP 层的 SN 信息更新所述接收端的 PDCP 层维护的变量；
基于所述发送端的 RLC 层的 SN 信息更新所述接收端的 RLC 层维护的变量。
15. 根据权利要求 10-14 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
发送第三 RLC 状态报告，所述第三 RLC 状态报告指示所述第一 SN 信息指示的数据单元中的一个或多个数据单元被成功接收。
16. 根据权利要求 10-14 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
发送第二 RLC 状态报告，所述第二 RLC 状态报告指示的未成功接收的数据单元包括所述第一 SN 信

息指示的数据单元；

所述接收端的第二协议层通过来自所述发送端的第二协议层的所述控制信令获取重传的所述第一 SN 信息。

17. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述接收端的第二协议层为所述接收端的媒体接入控制 MAC 层，所述接收端的第一协议层为所述接收端的 RLC 层。

18. 根据权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述控制信令包括 MAC 控制元素 CE。

19. 一种通信装置，其特征在于，包括用于执行如权利要求 1-9 任一项所述方法的模块。

20. 一种通信装置，其特征在于，包括用于执行如权利要求 10-11 任一项所述方法的模块。

21. 一种通信装置，其特征在于，包括处理器，所述处理器用于执行如权利要求 1-9 任一项所述的方法。

22. 一种通信装置，其特征在于，包括处理器，所述处理器用于执行如权利要求 10-18 任一项所述的方法。

23. 一种通信装置，其特征在于，包括逻辑电路和接口，所述逻辑电路和接口耦合；

所述接口用于输入和/或输出信息，所述逻辑电路用于执行如权利要求 1-9 任一项所述的方法。

24. 一种通信装置，其特征在于，包括逻辑电路和接口，所述逻辑电路和接口耦合；

所述接口用于输入和/或输出信息，所述逻辑电路用于执行如权利要求 10-18 任一项所述的方法。

25. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质用于存储计算机程序，所述计算机程序被执行时，如权利要求 1-18 任一项所述的方法被执行。

26. 一种通信系统，其特征在于，包括发送端和接收端，所述发送端用于执行如权利要求 1-9 任一项所述的方法，所述接收端用于执行如权利要求 10-18 任一项所述的方法。