



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119856429 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 18

(21) 申请号 202280099925.9

(22) 申请日 2022.10.24

(30) 优先权数据

20220100751 2022.09.14 GR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.03.10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/079608 2022.10.24

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2024/056200 EN 2024.03.21

(71) 申请人 联想(新加坡)私人有限公司

地址 新加坡新加坡市

(72) 发明人 R-A·斯托伊卡 P·巴苏·马利克

J·洛尔 D·卡拉姆帕特西斯

R·库奇博特拉

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

专利代理师 李兴斌

(51) Int.Cl.

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 1/1829 (2006.01)

H04L 1/1867 (2006.01)

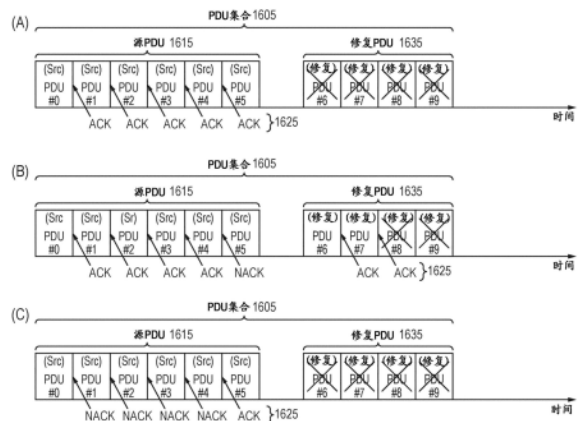
权利要求书2页 说明书28页 附图18页

(54) 发明名称

无线通信网络中由AL-FEC生成的PDU集合的传输的早期终止

(57) 摘要

提供了一种无线通信网络的节点中的方法。该方法包括从应用接收与经编码的应用数据单元(ADU)相对应的协议数据单元(PDU)集合,其中编码基于应用层前向纠错(AL-FEC)编码配置。该方法还包括接收被用于编码经编码的ADU的应用层前向纠错(AL-FEC)编码配置;以及处理该PDU集合的传输。该方法还包括确定停止准则是否被满足,该停止准则从AL-FEC编码配置针对PDU集合而被得出,并且如果PDU集合的停止准则被满足,则停止PDU集合的传输。



1. 一种无线通信网络的节点中的方法,所述方法包括:
 - 从应用接收与经编码的应用数据单元 (ADU) 相对应的协议数据单元 (PDU) 集合,其中所述编码基于应用层前向纠错 (AL-FEC) 编码配置;
 - 接收被用于编码所述经编码的ADU的应用层前向纠错 (AL-FEC) 编码配置;
 - 处理所述PDU集合的传输;以及
 - 确定停止准则是否被满足,所述停止准则从所述AL-FEC编码配置针对所述PDU集合而被得出,并且如果停止准则针对所述PDU集合被满足,则停止所述PDU集合的传输。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中所接收的所述PDU集合包括多个源PDU和多个修复PDU两者,其中所述修复PDU基于利用所述AL-FEC编码配置进行的编码而与所述源PDU相关联。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述停止准则包括恢复所述经编码的ADU所需要的经编码的所述PDU集合中的最小必要PDU的阈值。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中对最小必要PDU的所述阈值的所述确定部分地基于所确定的所述AL-FEC编码方案配置,所述AL-FEC编码方案配置还包含以下中的至少一项:
 - 编码率指示;
 - 所述多个源PDU的指示和所述多个修复PDU的指示;以及
 - 所述经编码的PDU集合内需要被发送以用于将被恢复的所述ADU的PDU的最小数目的显式指示;
 - PDU错误率的相关联的QoS流要求;
 - PDU集合错误率的相关联的QoS流要求。
5. 根据权利要求3或4所述的方法,其中所述停止准则包括所述PDU集合中一定数目的PDU的成功传输,所述数目大于或等于恢复所述ADU所需要的最小必要PDU的所述阈值。
6. 根据权利要求3、4或5中任一项所述的方法,其中所述停止准则包括所述PDU集合中的第二数目的PDU的不成功传输,其中PDU的所述第二数目大于或等于所述PDU集合中的PDU的总数目减去恢复所述ADU所需要的最小必要PDU的所述阈值。
7. 根据权利要求2所述的方法,其中所述停止准则包括所述源PDU的成功传输。
8. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中确定所述停止准则是否被满足是根据由所述节点接收的递送确认而被确定的。
9. 一种无线通信网络中的节点,所述节点包括:
 - 接收器,被布置为从应用接收与经编码的应用数据单元 (ADU) 相对应的协议数据单元 (PDU) 集合,其中所述编码基于应用层前向纠错 (AL-FEC) 编码配置;
 - 处理器,被布置为标识被用于编码所述经编码的ADU的应用层前向纠错 (AL-FEC) 编码配置;
 - 所述处理器还被布置为处理所述PDU集合的传输;以及
 - 所述处理器还被布置为确定停止准则是否被满足,所述停止准则从所述AL-FEC编码配置针对所述PDU集合而被得出,并且如果停止准则针对所述PDU集合被满足,则停止所述PDU集合的传输。
10. 根据权利要求9所述的节点,其中所接收的所述PDU集合包括多个源PDU和多个修复PDU两者,其中所述修复PDU基于利用所述AL-FEC编码配置进行的编码而与所述源PDU相关

联。

11. 根据权利要求10所述的节点,其中所述停止准则包括恢复所述经编码的ADU所需要的经编码的所述PDU集合中的最小必要PDU的阈值。

12. 根据权利要求11所述的节点,其中对最小必要PDU的所述阈值的所述确定部分地基于所确定的所述AL-FEC编码方案配置,所述AL-FEC编码方案配置还包含以下中的至少一项:

编码率指示;

所述多个源PDU的指示和所述多个修复PDU的指示;

所述经编码的PDU集合内需要被发送以用于将被恢复的所述ADU的PDU的最小数目的显式指示;

PDU错误率的相关联的QoS流要求;以及

PDU集合错误率的相关联的QoS流要求。

13. 根据权利要求11或12所述的节点,其中所述停止准则包括所述PDU集合中一定数目的PDU的成功传输,所述数目大于或等于恢复所述ADU所需要的最小必要PDU的所述阈值。

14. 根据权利要求11、12或13中任一项所述的节点,其中所述停止准则包括所述PDU集合中的第二数目的PDU的不成功传输,其中PDU的所述第二数目大于或等于所述PDU集合中的PDU的总数目减去恢复所述ADU所需要的最小必要PDU的所述阈值。

15. 根据权利要求10所述的节点,其中所述停止准则包括所述源PDU的成功传输。

16. 根据权利要求9至15中任一项所述的节点,其中确定所述停止准则是否被满足是根据由所述节点接收的递送确认而被确定的。

17. 一种无线通信网络的用户设备装置中的方法,所述方法包括:

接收协议数据单元(PDU)集合中的PDU子集,所述PDU集合对应于经编码的应用数据单元(ADU)以及应用级别前向纠错(AL-FEC)编码配置,其中所述经编码的ADU的所述编码基于所述AL-FEC编码配置;

响应于所接收的所述PDU而发送递送确认;

接收没有属于所述PDU集合的另外PDU将被发送的指示;以及

基于所接收的所述AL-FEC编码配置以及所接收的所述PDU子集,处理对所述经编码的ADU的解码。

18. 一种用于与无线通信网络进行通信的用户设备装置,所述用户设备装置包括:

接收器,被布置为接收协议数据单元(PDU)集合中的PDU子集,所述PDU集合对应于经编码的应用数据单元(ADU)以及应用级别前向纠错(AL-FEC)编码配置,其中所述经编码的ADU的所述编码基于所述AL-FEC编码配置;

发送器,被布置为响应于所接收的所述PDU而发送递送确认;

所述接收器还被布置为接收没有属于所述PDU集合的另外PDU将被发送的指示;以及

处理器,被布置为基于所接收的所述AL-FEC编码配置以及所接收的所述PDU子集,对所述经编码的ADU进行解码。

无线网络中由AL-FEC生成的PDU集合的传输的早期终止

技术领域

[0001] 本文中公开的主题总体上涉及实现无线网络中的PDU集合的高效传输的领域。本文档定义了一种无线通信网络的节点中的方法、一种无线通信网络中的节点、一种无线通信网络的用户设备装置中的方法、以及一种用于与无线通信网络进行通信的用户设备装置。

背景技术

[0002] 本文中,扩展现实(XR)被用作针对不同类型的现实(其中虚拟现实、增强现实和混合现实是示例)的总称。XR应用业务受到严格的带宽和时延限制,以便向XR服务的最终用户递送适当的服务质量和体验质量。这种严格的带宽和时延限制可能会使XR应用业务在无线通信网络上的递送变得具有挑战性。

[0003] 到目前为止,IETF定义了通用的前向纠错框架(FECFRAME),作为IETF RFC 6363,其允许将被应用于应用级FEC的各种FEC方案。FECFRAME规定了用于传送层(例如,UDP)以及RTP层两者等(例如,WebRTC)上的AL-FEC的源分组格式和修复分组格式以及FEC方案配置过程。AL-FEC业务包括源PDU和修复PDU两者。

发明内容

[0004] 在XR媒体业务的上下文中,3GPP SA2工作组最近引入了“PDU集合”的概念,以对在应用级别携带信息单元的一系列PDU进行分组。当应用层FEC被应用于PDU集合时,可能会在PDU集合的传输的中途出现一种情况,使PDU集合中的其余PDU的传输变得冗余。标识这样的可能性并且停止PDU集合的传输可以改进无线通信网络中的PDU集合的传输效率。

[0005] 本文中公开了用于无线通信网络中的PDU集合的高效传输的过程。所述过程可以通过一种无线通信网络的节点中的方法、一种无线通信网络的节点、一种无线通信网络的用户设备装置中的方法、以及一种用于与无线通信网络进行通信的用户设备装置来实现。

[0006] 因此,提供了一种无线通信网络的节点中的方法。该方法包括从应用接收与经编码的应用数据单元(ADU)相对应的协议数据单元(PDU)集合,其中编码基于应用层前向纠错(AL-FEC)编码配置。该方法还包括接收被用于编码经编码的ADU的应用层前向纠错(AL-FEC)编码配置;以及处理PDU集合的传输。该方法还包括确定停止准则是否被满足,该停止准则从AL-FEC编码配置针对PDU集合而被得出,并且如果停止准则针对PDU集合被满足,则停止PDU集合的传输。

[0007] 经AL-FEC编码的PDU集合的确定、AL-FEC感知的相关联信令以及PDU集合元数据使能对下游处理的优化。在实施例中,后一信息由RAN节点处理,出于从PDU集合中丢弃一个或多个PDU的目的。当充足的信息被递送以恢复ADU时、或者当充足的信息被丢失使ADU无法恢复时,传输可能被停止。在任何一种场景中,PDU集合中的PDU的进一步传输都将浪费通信带宽。因此,当停止准则满足时停止PDU集合的传输可以防止浪费传输。这得到无线通信网络中的更有效的带宽使用。

[0008] 还提供了一种无线通信网络中的节点,该节点包括接收器和处理器。该接收器被布置为从应用接收与经编码的应用数据单元 (ADU) 相对应的协议数据单元 (PDU) 集合,其中编码基于应用层前向纠错 (AL-FEC) 编码配置。该处理器被布置为标识被用于编码经编码的ADU的应用层前向纠错 (AL-FEC) 编码配置。该处理器还被布置为处理PDU集合的传输。该处理器还被布置为确定停止准则是否被满足,该停止准则从AL-FEC编码配置针对PDU集合而被得出,并且如果停止准则针对PDU集合被满足,则停止PDU集合的传输。

[0009] 该节点可以包括基站 (gNB),其中PDU在下行链路方向上行进。该节点可以包括用户设备 (UE),其中PDU在上行链路方向上行进。该应用可以包括应用服务器或应用客户端。处理PDU集合的传输包括将PDU集合中的PDU发送给用于传输的发送器收发器。

[0010] 还提供了一种无线通信网络的用户设备装置中的方法。该方法包括接收协议数据单元 (PDU) 集合中的PDU子集,该PDU集合对应于经编码的应用数据单元 (ADU) 以及应用级别前向纠错 (AL-FEC) 编码配置,其中经编码的ADU的编码基于AL-FEC编码配置。该方法还包括响应于所接收的PDU而发送递送确认,并且接收没有属于PDU集合的另外PDU将被发送的指示。该方法还包括基于所接收的AL-FEC编码配置以及所接收的PDU子集,处理对经编码的ADU的解码。

[0011] 还提供了一种用于与无线通信网络进行通信的用户设备装置,该用户设备装置包括接收器、发送器和处理器。该接收器被布置为接收协议数据单元 (PDU) 集合中的PDU子集,PDU集合对应于经编码的应用数据单元 (ADU) 以及应用级别前向纠错 (AL-FEC) 编码配置,其中经编码的ADU的编码基于AL-FEC编码配置。该发送器被布置为响应于所接收的PDU而发送递送确认。该接收器还被布置为接收没有属于PDU集合的另外PDU将被发送的指示。该处理器被布置为基于所接收的AL-FEC编码配置以及所接收的PDU子集,对经编码的ADU进行解码。

附图说明

[0012] 为了描述可以获取本公开的优点和特征的方式,通过参考附图中所示的某些装置和方法来呈现对本公开的描述。这些附图中的每个附图仅描绘了本公开的某些方面,并且因此不应当被认为是对其范围的限制。为了清楚起见,附图可以已经被简化,并且不一定按比例绘制。

[0013] 现在将参考附图仅通过示例的方式来描述用于无线通信网络中的PDU集合的高效传输的方法和装置,在该附图中:

[0014] 图1描绘了在无线通信网络中用于无线通信网络中的PDU集合的高效传输的无线通信系统的实施例;

[0015] 图2描绘了可以用于实现本文中所描述的方法的用户设备装置;

[0016] 图3描绘了可以用于实现本文中所描述的方法的网络节点的进一步细节;

[0017] 图4图示了无线通信网络的节点中的方法;

[0018] 图5图示了处理用于XR媒体的内容递送示例的PDU集合的核心网架构的概述;

[0019] 图6提供了RTP和RTCP栈的概述;

[0020] 图7图示了WebRTC栈的概述;

[0021] 图8图示了用于RTP分组和SRTP分组两者的分组格式和报头信息;

- [0022] 图9是AL-FEC XR应用流的图示,包括编码、分组化和传送;
- [0023] 图10示出了与经编码的源PDU相对应的源流、以及与经编码的修复PDU相对应的修复流的编码过程输出;
- [0024] 图11图示了用于支持DL方向和UL方向的经AL-FEC编码的PDU集合确定的信息交换的架构和过程;
- [0025] 图12图示了由第一源PDU子集以及第二修复PDU子集组成的经AL-FEC编码的PDU集合的确定;
- [0026] 图13图示了PDU会话的5GS GTP-U数据平面协议栈;
- [0027] 图14图示了GTP-U报头的结构;
- [0028] 图15呈现了经AL-FEC编码的PDU集合的最小尺寸扩展报头的示例;
- [0029] 图16图示了经AL-FEC编码的PDU集合中的PDU的三个示例RAN丢弃策略;以及
- [0030] 图17图示了无线通信网络的用户设备装置中的方法。

具体实施方式

[0031] 本领域技术人员将理解,本公开的各方面可以体现为系统、装置、方法或程序产品。因此,本文中所描述的布置可以以完全硬件形式、完全软件形式(包括固件、驻留软件、微码等)、或将软件方面和硬件方面组合的形式来实现。

[0032] 例如,所公开的方法和装置可以被实现为硬件电路,包括定制的超大规模集成(VLSI)电路或门阵列、现成的半导体,诸如逻辑芯片、晶体管、或其他分立组件。所公开的方法和装置也可以在可编程硬件设备中实现,诸如现场可编程门阵列、可编程阵列逻辑、可编程逻辑设备等。作为另一示例,所公开的方法和装置可以包括可执行代码的一个或多个物理块或逻辑块,其可以例如被组织为对象、过程或函数。

[0033] 此外,方法和装置可以采取程序产品的形式,该程序产品被体现在一个或多个计算机可读存储设备中,该一个或多个计算机可读存储设备存储机器可读代码、计算机可读代码和/或程序代码,下文称为代码。存储设备可以是有形的、非暂态的和/或非传输的。存储设备可以不体现信号。在某些布置中,存储设备仅采用用于接入代码的信号。

[0034] 可以利用一个或多个计算机可读介质的任何组合。计算机可读介质可以是计算机可读存储介质。计算机可读存储介质可以是存储代码的存储设备。存储设备可以是例如但不限于,电子的、磁性的、光学的、电磁的、红外的、全息的、微机械的、或半导体的系统、装置或设备、或上述各项的任何合适的组合。

[0035] 存储设备的更具体示例(非详尽列表)包括以下项:具有一个或多个导线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪速存储器)、便携式光盘只读存储器(CD-ROM)、光存储设备、磁存储设备、或上述各项的任何合适的组合。在本文档的上下文中,计算机可读存储介质可以是任何有形介质,其可以包含或存储用于由指令执行系统、装置或设备使用者与该指令执行系统、装置或设备结合使用的程序。

[0036] 贯穿本说明书中,对特定方法或装置的示例或类似语言的引用意味着结合该示例所描述的特定特征、结构或特性被包括在本文中所描述的方法和装置的至少一个实现中。因此,除非另有明确规定,否则,对特定方法或装置的示例或类似语言的特征的引用可以但

不一定全部指代相同示例,而是意味着“一个或多个但不是全部示例”。除非另有明确规定,否则术语“包括(including)”、“包括(comprising)”、“具有(having)”以及其变体意味着“包括但不限于”。除非另有明确规定,否则项目的枚举列表并不暗示任何或所有项目是相互排斥的。除非另有明确规定,否则术语“一个”、“一种”和“该”也指代“一个或多个”。

[0037] 如本文中使用的,带有“和/或”连词的列表包括该列表中的任何单个项目或该列表中的项目的组合。例如,A、B和/或C的列表包括仅A、仅B、仅C、A和B的组合、B和C的组合、A和C的组合、或A、B和C的组合。如本文中使用的,使用术语“……中的一个或多个”的列表包括该列表中的任何单个项目或该列表中的项目的组合。例如,A、B和C中的一个或多个包括仅A、仅B、仅C、A和B的组合、B和C的组合、A和C的组合、或A、B和C的组合。如本文中使用的,使用术语“……中的一个”的列表包括该列表中的任何单个项目中的一个且仅一个。例如,“A、B和C中的一个”包括仅A、仅B或仅C,并且不包括A、B和C的组合。如本文中使用的,“从由A、B和C组成的组中所选择的成员”包括A、B或C中的一个且仅一个,并且不包括A、B和C的组合。如本文中使用的,“从由A、B和C以及其组合组成的组中所选择的成员”包括仅A、仅B、仅C、A和B的组合、B和C的组合、A和C的组合、或A、B和C的组合。

[0038] 此外,本文中所描述的特征、结构或特性可以以任何合适的方式而被组合。在以下描述中,提供了很多具体细节,诸如编程、软件模块、用户选择、网络事务、数据库查询、数据库结构、硬件模块、硬件电路、硬件芯片等的示例,以提供对本公开的全面理解。然而,相关领域的技术人员将认识到,所公开的方法和装置可以在没有—个或多个具体细节的情况下被实践,或者利用其他方法、组件、材料等被实践。在其他实例中,没有详细示出或描述公知的结构、材料或操作,以避免混淆本公开的各方面。

[0039] 下面参考方法、装置、系统和程序产品的示意性流程图和/或示意性框图来描述所公开的方法和装置的各方面。将理解,示意性流程图和/或示意性框图的每个框、以及示意性流程图和/或示意性框图中的框的组合可以通过代码来实现。该代码可以被提供给通用计算机、专用计算机、或其他可编程数据处理装置的处理器以产生机器,使得经由计算机或其他可以编程数据处理装置的处理器执行的指令创建用于实现在示意性流程图和/或示意性框图中指定的功能/动作的部件。

[0040] 该代码也可以存储在存储设备中,该存储设备可以引导计算机、其他可编程数据处理装置或其他设备以特定方式工作,使得存储在该存储设备中的指令产生制品,该制品包括实现在示意性流程图和/或示意性框图中指定的功能/动作的指令。

[0041] 该代码也可以被加载到计算机、其他可编程数据处理装置或其他设备上,以使得一系列操作步骤在该计算机、其他可编程装置或其他设备上被执行,从而产生计算机实现的过程,使得在计算机或其他可编程装置上执行的代码提供用于实现在示意性流程图和/或示意性框图中指定的功能/动作的过程。

[0042] 图中的示意性流程图和/或示意性框图图示了装置、系统、方法和程序产品的可能实现的架构、功能和操作。在这方面,示意性流程图和/或示意性框图中的每个框可以表示代码的模块、段或部分,其包括用于实现(多个)指定逻辑功能的代码的一个或多个可执行指令。

[0043] 还应当注意,在一些备选实现中,框中所示的功能可以不按图中所示的顺序出现。例如,事实上,连续示出的两个框可以基本上被同时执行,或者这些框有时可以按照相反顺

序被执行,取决于所涉及的功能。可以设想在功能、逻辑或效果上等同于所图示的附图的一个或多个框或其部分的其他步骤和方法。

[0044] 对每个图中的元素的描述可以参考后续图的元素。

[0045] 图1描绘了用于无线通信网络中的PDU集合的高效传输的无线通信系统100的实施例。在一个实施例中,无线通信系统100包括远程单元102和网络单元104。尽管图1中描绘了特定数目的远程单元102和网络单元104,但本领域技术人员将认识到,无线通信系统100中可以包括任何数目的远程单元102和网络单元104。远程单元102可以包括如本文中所描述的用户设备装置200、发送方900、或者UE 535、UE 1135、UE 1310。基站单元104可以包括如本文中所描述的网络节点300、或者UPF 540、UPF 1140、UPF 1340。

[0046] 在一个实施例中,远程单元102可以包括计算设备,诸如台式计算机、膝上型计算机、个人数字助理(PDA)、平板计算机、智能手机、智能电视(例如,连接到互联网的电视)、机顶盒、游戏机、安全系统(包括安全摄像头)、车载计算机、网络设备(例如,路由器、交换机、调制解调器)、飞行器、无人机等。在一些实施例中,远程单元102包括可穿戴设备,诸如智能手表、健身带、光学头戴式显示器等。此外,远程单元102可以称为订户单元、移动设备、移动站、用户、终端、移动终端、固定终端、订户站、UE、用户终端、设备或本领域中使用的其他术语。远程单元102可以经由UL通信信号直接与网络单元104中的一个或多个网络单元通信。在某些实施例中,远程单元102可以经由侧链通信直接与其他远程单元102通信。

[0047] 网络单元104可以分布在地理区间上。在某些实施例中,网络单元104还可以称为接入点、接入终端、基站(base)、基站(base station)、节点B、eNB、gNB、归属节点B、中继节点、设备、核心网、空中服务器、无线电接入节点、AP、NR、网络实体、接入和移动性管理功能(AMF)、统一数据管理功能(UDM)、统一数据存储库(UDR)、UDM/UDR、策略控制功能(PCF)、无线电接入网(RAN)、网络切片选择功能(NSSF)、操作、维护和管理(OAM)、会话管理功能(SMF)、用户平面功能(UPF)、应用功能、认证服务器功能(AUSF)、安全锚功能(SEAF)、可信非3GPP网关功能(TNGF)、应用功能、服务启用架构层(SEAL)功能、垂直应用启用服务器、边缘启用服务器、边缘配置服务器、移动边缘计算平台功能、移动边缘计算应用、应用数据分析启用服务器、SEAL数据递送服务器、中间件实体、网络切片能力管理服务器、或本领域中使用的任何其他术语。网络单元104总体上是无线电接入网的一部分,该无线电接入网包括可通信地耦合到一个或多个对应的网络单元104的一个或多个控制器。无线电接入网总体上可通信地耦合到一个或多个核心网,该一个或多个核心网可以耦合到其他网络,如互联网和公共交换电话网络等网络。无线电接入网和核心网的这些元素和其他元素未被图示,但由本领域普通技术人员总体上熟知。

[0048] 在一个实现中,无线通信系统100符合在3GPP中标准化的新无线电(NR)协议,其中网络单元104在下行链路(DL)上使用正交频分复用(OFDM)调制方案进行发送,并且远程单元102在上行链路(UL)上使用单载波频分多址(SC-FDMA)方案或OFDM方案进行发送。然而,更一般而言,无线通信系统100可以实现某种其他开放或专有通信协议,例如,WiMAX、IEEE 802.11变体、GSM、GPRS、UMTS、LTE变体、CDMA2000、蓝牙®、ZigBee、Sigfox等协议。本公开不旨在限于任何特定无线通信系统架构或协议的实现。

[0049] 网络单元104可以经由无线通信链路来服务于服务区域(例如,小区或小区扇区)内的多个远程单元102。网络单元104发送DL通信信号,以在时域、频域和/或空域中服务于

远程单元102。

[0050] 图2描绘了可以用于实现本文中所描述的方法的用户设备装置200。用户设备装置200用于实现本文中所描述的解决方案中的一个或多个。用户设备装置200符合本文中的实施例描述的用户设备装置中的一个或多个用户设备装置。特别地,用户设备装置200可以包括如本文中所描述的远程单元102、发送方900、或者UE 535、UE 1135、UE 1310。用户设备装置200包括处理器205、存储器210、输入设备215、输出设备220和收发器225。

[0051] 输入设备215和输出设备220可以被组合为单个设备,诸如触摸屏。在一些实现中,用户设备装置200不包括任何输入设备215和/或输出设备220。用户设备装置200可以包括以下中的一项或多项:处理器205、存储器210、以及收发器225,并且可以不包括输入设备215和/或输出设备220。

[0052] 如所描绘的,收发器225包括至少一个发送器230和至少一个接收器235。收发器225可以与由一个或多个基站单元支持的一个或多个小区(或无线覆盖区域)通信。收发器225可以在未经许可的频谱上可操作。此外,收发器225可以包括支持一个或多个波束的多个UE面板。附加地,收发器225可以支持至少一个网络接口240和/或应用接口245。(多个)应用接口245可以支持一个或多个API。(多个)网络接口240可以支持3GPP参考点,诸如Uu、N1、PC5等。如本领域普通技术人员所理解的,可以支持其他网络接口240。

[0053] 处理器205可以包括能够执行计算机可读指令和/或能够执行逻辑操作的任何已知控制器。例如,处理器205可以是微控制器、微处理器、中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、辅助处理单元、现场可编程门阵列(FPGA)、或类似可编程控制器。处理器205可以执行存储在存储器210中的指令以执行本文中所描述的方法和例程。处理器205通信地耦合到存储器210、输入设备215、输出设备220和收发器225。

[0054] 处理器205可以控制用户设备装置200以实现本文中所描述的用户设备装置行为。处理器205可以包括管理应用域和操作系统(OS)功能的应用处理器(也称为主处理器)以及管理无线电功能的基带处理器(也称为基带无线电处理器)。

[0055] 存储器210可以是计算机可读存储介质。存储器210可以包括易失性计算机存储介质。例如,存储器210可以包括RAM,包括动态RAM(DRAM)、同步动态RAM(SDRAM)和/或静态RAM(SRAM)。存储器210可以包括非易失性计算机存储介质。例如,存储器210可以包括硬盘驱动器、闪存存储器、或任何其他合适的非易失性计算机存储设备。存储器210可以包括易失性计算机存储介质和非易失性计算机存储介质两者。

[0056] 存储器210可以存储与实现如本文中所描述的业务类别字段相关的数据。存储器210还可以存储程序代码和相关数据,诸如在装置200上操作的操作系统或其他控制器算法。

[0057] 输入设备215可以包括任何已知的计算机输入设备,包括触摸板、按钮、键盘、触笔、麦克风等。输入设备215可以与输出设备220集成,例如,作为触摸屏或类似的触敏显示器。输入设备215可以包括触摸屏,使得可以使用在触摸屏上显示的虚拟键盘和/或通过触摸屏上的手写来输入文本。输入设备215可以包括两个或更多个不同设备,诸如键盘和触摸板。

[0058] 输出设备220可以被设计为输出视觉信号、听觉信号和/或触觉信号。输出设备220可以包括能够向用户输出视觉数据的电子可控显示器或显示设备。例如,输出设备220可以

包括但不限于,液晶显示器(LCD)、发光二极管(LED)显示器、有机LED(OLED)显示器、投影仪、或能够向用户输出图像、文本等的类似显示设备。作为另一非限制性示例,输出设备220可以包括与用户设备装置200的其余部分分离但通信地耦合到该其余部分的可穿戴显示器,诸如智能手表、智能眼镜、平视显示器等。此外,输出设备220可以是智能电话、个人数字助理、电视、台式计算机、笔记本(膝上型)计算机、个人计算机、车辆仪表板等的组件。

[0059] 输出设备220可以包括用于产生声音的一个或多个扬声器。例如,输出设备220可以产生可听警报或通知(例如,嘟嘟声或蜂鸣声)。输出设备220可以包括用于产生振动、运动、或其他触觉反馈的一个或多个触觉设备。输出设备220的全部或部分可以与输入设备215集成。例如,输入设备215和输出设备220可以形成触摸屏或类似的触敏显示器。输出设备220可以位于输入设备215附近。

[0060] 收发器225经由一个或多个接入网与移动通信网络的一个或多个网络功能通信。收发器225在处理器205的控制下操作以发送消息、数据和其他信号,并且还接收消息、数据和其他信号。例如,处理器205可以在特定时间选择性地激活收发器225(或其部分),以便发送和接收消息。

[0061] 收发器225包括至少一个发送器230和至少一个接收器235。一个或多个发送器230可以用于向无线通信网络的基站单元提供上行链路通信信号。类似地,一个或多个接收器235可以用于从基站单元接收下行链路通信信号。尽管仅图示了一个发送器230和一个接收器235,但是用户设备装置200可以具有任何合适数目的发送器230和接收器235。此外,(多个)发送器230和(多个)接收器235可以是任何合适类型的发送器和接收器。收发器225可以包括用于在许可的无线电频谱上与移动通信网络通信的第一发送器/接收器对、以及用于在未经许可的无线电频谱上与移动通信网络通信的第二发送器/接收器对。

[0062] 可以用于在许可的无线电频谱上与移动通信网络通信的第一发送器/接收器对、以及用于在未经许可的无线电频谱上与移动通信网络通信的第二发送器/接收器对可以被组合为单个收发器单元,例如,执行用于与许可的无线电频谱和未经许可的无线电频谱两者一起使用的功能的单个芯片。第一发送器/接收器对和第二发送器/接收器对可以共享一个或多个硬件组件。例如,某些收发器225、发送器230和接收器235可以被实现为物理上分离的组件,该组件接入共享的硬件资源和/或软件资源,诸如网络接口240。

[0063] 一个或多个发送器230和/或一个或多个接收器235可以被实现和/或集成到单个硬件组件中,诸如多收发器芯片、片上系统、专用集成电路(ASIC)、或其他类型的硬件组件。一个或多个发送器230和/或一个或多个接收器235可以被实现和/或集成到多芯片模块中。其他组件(诸如网络接口240)或其他硬件组件/电路可以与任何数目的发送器230和/或接收器235集成到单个芯片中。发送器230和接收器235可以在逻辑上被配置为使用一个或多个公共控制信号的收发器225,或者被配置为在相同硬件芯片或多芯片模块中实现的模块化的发送器230和接收器235。

[0064] 图3描绘了可以用于实现本文中所描述的方法的网络节点300的另外的细节。网络节点300可以包括如本文中所描述的基站单元104、或者UPF 540、UPF 1140、UPF 1340。网络节点300包括处理器305、存储器310、输入设备315、输出设备320和收发器325。

[0065] 输入设备315和输出设备320可以被组合为单个设备,诸如触摸屏。在一些实现中,网络节点300不包括任何输入设备315和/或输出设备320。网络节点300可以包括以下中的

一项或多项:处理器305、存储器310、以及收发器325,并且可以不包括输入设备315和/或输出设备320。

[0066] 如所描绘的,收发器325包括至少一个发送器330和至少一个接收器335。这里,收发器325与一个或多个远程单元200通信。此外,收发器325可以支持至少一个网络接口340和/或应用接口345。(多个)应用接口345可以支持一个或多个API。(多个)网络接口340可以支持3GPP参考点,诸如Uu、N1、N2和N3。如本领域普通技术人员所理解的,其他网络接口340可以被支持。

[0067] 处理器305可以包括能够执行计算机可读指令和/或能够执行逻辑操作的任何已知控制器。例如,处理器305可以是微控制器、微处理器、CPU、GPU、辅助处理单元、FPGA、或类似可编程控制器。处理器305可以执行存储在存储器310中的指令以执行本文中所描述的方法和例程。处理器305通信地耦合到存储器310、输入设备315、输出设备320和收发器325。

[0068] 存储器310可以是计算机可读存储介质。存储器310可以包括易失性计算机存储介质。例如,存储器310可以包括RAM,包括动态RAM(DRAM)、同步动态RAM(SDRAM)和/或静态RAM(SRAM)。存储器310可以包括非易失性计算机存储介质。例如,存储器310可以包括硬盘驱动器、闪存存储器、或任何其他合适的非易失性计算机存储设备。存储器310可以包括易失性计算机存储介质和非易失性计算机存储介质两者。

[0069] 存储器310可以存储与建立多径单播链路和/或移动操作相关的数据。例如,如本文中所描述,存储器310可以存储参数、配置、资源分配、策略等。存储器310还可以存储程序代码和相关数据,诸如在网络节点300上操作的操作系统或其他控制器算法。

[0070] 输入设备315可以包括任何已知的计算机输入设备,包括触摸板、按钮、键盘、触笔、麦克风等。输入设备315可以与输出设备320集成,例如,作为触摸屏或类似的触敏显示器。输入设备315可以包括触摸屏,使得可以使用在触摸屏上显示的虚拟键盘和/或通过触摸屏上的手写来输入文本。输入设备315可以包括两个或更多个不同设备,诸如键盘和触摸板。

[0071] 输出设备320可以被设计为输出视觉信号、听觉信号和/或触觉信号。输出设备320可以包括能够向用户输出视觉数据的电子可控显示器或显示设备。例如,输出设备320可以包括但不限于,LCD显示器、LED显示器、OLED显示器、投影仪、或能够向用户输出图像、文本等的类似显示设备。作为另一非限制性示例,输出设备320可以包括与网络节点300的其余部分分离但通信地耦合到该其余部分的可穿戴显示器,诸如智能手表、智能眼镜、平视显示器等。此外,输出设备320可以是智能电话、个人数字助理、电视、台式计算机、笔记本(膝上型)计算机、个人计算机、车辆仪表板等的组件。

[0072] 输出设备320可以包括用于产生声音的一个或多个扬声器。例如,输出设备320可以产生可听警报或通知(例如,嘟嘟声或蜂鸣声)。输出设备320可以包括用于产生振动、运动、或其他触觉反馈的一个或多个触觉设备。输出设备320的全部或部分可以与输入设备315集成。例如,输入设备315和输出设备320可以形成触摸屏或类似的触敏显示器。输出设备320可以位于输入设备315附近。

[0073] 收发器325包括至少一个发送器330和至少一个接收器335。一个或多个发送器330可以用于与UE通信,如本文所描述。类似地,一个或多个接收器335可以用于与PLMN和/或RAN中的网络功能通信,如本文所描述。尽管仅图示了一个发送器330和一个接收器335,但

是网络节点300可以具有任何合适数目的发送器330和接收器335。此外,(多个)发送器330和(多个)接收器335可以是任何合适类型的发送器和接收器。

[0074] 图4图示了无线通信网络的节点中的方法400。该方法包括从应用接收410与经编码的应用数据单元(ADU)相对应的协议数据单元(PDU)集合,其中编码基于应用层前向纠错(AL-FEC)编码配置。该方法还包括接收420被用于编码经编码的ADU的应用层前向纠错(AL-FEC)编码配置;以及处理430PDU集合的传输。该方法还包括确定440停止准则是否被满足,该停止准则从AL-FEC编码配置针对PDU集合而被得出,并且如果停止准则针对PDU集合被满足,则停止PDU集合的传输。

[0075] 经AL-FEC编码的PDU集合的确定、AL-FEC感知的相关信令以及PDU集合元数据使能对下游处理的优化。在实施例,后一信息由RAN节点处理,出于从PDU集合中丢弃一个或多个PDU的目的。当充足的信息被递送以恢复ADU时、或者当充足的信息被丢失使ADU无法恢复时,传输可能被停止。在任一种场景中,PDU集合中的PDU的进一步传输都将浪费通信带宽。因此,当停止准则满足时停止PDU集合的传输可以防止浪费传输。这得到无线通信网络中的更有效的带宽使用。

[0076] 处理PDU集合的传输包括将PDU集合中的PDU发送给用于传输的发送器。停止PDU集合的传输可以包括发送没有属于PDU集合的另外PDU将被发送的指示。

[0077] 所接收的PDU集合可以包括多个源PDU和多个修复PDU两者,其中修复PDU基于利用AL-FEC编码配置进行的编码而与源PDU相关联。修复PDU可以是恢复PDU。停止准则可以包括恢复经编码的ADU所需要的经编码的PDU集合中的最小必要PDU的阈值。

[0078] 对最小必要PDU的阈值的确定可以部分地基于所确定的AL-FEC编码方案配置,配置还包含以下中的至少一项:编码率指示;多个源PDU的指示和多个修复PDU的指示;经编码的PDU集合内需要被发送以用于将被恢复的ADU的PDU的最小数目的显式指示;PDU错误率的相关联的QoS流(QoS flow)要求;以及PDU集合错误率的相关联的QoS流要求。

[0079] 编码率指示可以包括源PDU内包括的源编码符号的数目与经编码的PDU集合内包括的编码符号的总数的比率、与经编码的PDU集合的修复PDU与源PDU的百分比相对应的冗余级别、和/或经编码的PDU集合中包含的源PDU的数目和总PDU的数目。源PDU的子集的指示和修复PDU的子集的指示可以包括通过GTP-U报头内的一个比特字段来标记源PDU和修复PDU的PDU集合。

[0080] 停止准则可以包括PDU集合中一定数目的PDU的成功传输,该数目大于或等于恢复ADU所需要的最小必要PDU的阈值。停止准则可以对应于通过恢复ADU信息而成功传输PDU集合编码的ADU信息。停止准则可以包括PDU集合中一定数目的PDU的成功传输,该数目大于或等于PDU集合中的PDU的总目减去可以从PDU集合中丢失但仍然允许ADU被恢复的PDU的最大数目的阈值。可以从PDU集合中丢失但仍然允许ADU被恢复的PDU的最大数目的阈值是:恢复ADU所需要的最小必要PDU的阈值的、相对于PDU集合中的PDU的总数目的数学补数(complement)。

[0081] 停止准则可以包括PDU集合中的第二数目的PDU的不成功传输,其中PDU的第二数目大于或等于PDU集合中的PDU的总目减去恢复ADU所需要的最小必要PDU的阈值。停止准则可以对应于PDU集合编码的ADU信息的不成功传输。停止准则可以包括PDU集合中一定数目的PDU的不成功传输,该数目大于或等于可以从PDU集合中丢失但仍然允许ADU被恢复

的PDU的最大数目的阈值。可以从PDU集合中丢失但仍然允许ADU被恢复的PDU的最大数目的阈值是：恢复ADU所需要s的最小必要PDU的阈值的、相对于PDU集合中的PDU的总数目的数学补数。

[0082] 停止准则可以包括源PDU的成功传输。确定停止准则是否满足可以根据由节点接收的递送确认而被确定。可以向每个所接收的PDU发送递送确认作为答复。

[0083] 该确定可以取决于递送确认的数目和/或性质来做出。递送确认可以包括混合自动重传请求确认和/或自动重传请求确认。递送确认的性质可以包括递送已确认、或递送未确认。

[0084] 还提供了一种无线通信网络中的节点，该节点包括接收器和处理器。接收器被布置为从应用接收与经编码的应用数据单元 (ADU) 相对应的协议数据单元 (PDU) 集合，其中编码基于应用层前向纠错 (AL-FEC) 编码配置。处理器被布置为标识被用于编码经编码的ADU的应用层前向纠错 (AL-FEC) 编码配置。处理器还被布置为处理PDU集合的传输。处理器还被布置为确定停止准则是否被满足，该停止准则从AL-FEC编码配置针对PDU集合而被得出，并且如果停止准则针对PDU集合被满足，则停止PDU集合的传输。

[0085] 该节点可以包括基站 (gNB)，其中PDU在下行链路方向上行进。该节点可以包括用户设备 (UE)，其中PDU在上行链路方向上行进。该应用可以包括应用服务器或应用客户端。处理PDU集合的传输包括将PDU集合中的PDU发送给用于传输的发送器收发器。

[0086] 所接收的PDU集合可以包括多个源PDU和多个修复PDU两者，其中修复PDU基于利用AL-FEC编码配置进行的编码而与源PDU相关联。修复PDU可以是恢复PDU。停止准则可以包括恢复经编码的ADU所需要的经编码的PDU集合中的最小必要PDU的阈值。

[0087] 对最小必要PDU的阈值的确定可以部分地基于所确定的AL-FEC编码方案配置，该AL-FEC编码方案配置还包含以下中的至少一项：编码率指示；多个源PDU的指示和多个修复PDU的指示；经编码的PDU集合内需要发送以用于将被恢复的ADU的PDU的最小数目的显式指示；PDU错误率的相关联的QoS流要求；以及PDU集合错误率的相关联的QoS流要求。

[0088] 编码率指示可以包括源PDU内包括的源编码符号的数目与经编码的PDU集合内包括的编码符号的总数的比率、与经编码的PDU集合的修复PDU与源PDU的百分比相对应的冗余级别、和/或经编码的PDU集合中包含的源PDU的数目和总PDU的数目。源PDU的子集的指示和修复PDU的子集的指示可以包括通过GTP-U报头内的一个比特字段来标记源PDU和修复PDU的PDU集合。

[0089] 停止准则可以包括PDU集合的一定数目的PDU的成功传输，该数目大于或等于恢复ADU所需要s的最小必要PDU的阈值。停止准则可以对应于通过恢复ADU信息而成功传输PDU集合编码的ADU信息。停止准则可以包括PDU集合中s的一定数目的PDU的成功传输，该数目大于或等于PDU集合中的PDU的总数目减去可以从PDU集合中丢失但仍然允许ADU被恢复的PDU的最大数目的阈值。可以从PDU集合中丢失但仍然允许ADU被恢复的PDU的最大数目的阈值是：恢复ADU所需要s的最小必要PDU的阈值的、相对于PDU集合中的PDU的总数目的数学补数。

[0090] 停止准则可以包括PDU集合中的第二数目的PDU的不成功传输，其中PDU的第二数目大于或等于PDU集合中的PDU的总数目减去恢复ADU所需要s的最小必要PDU的阈值。停止准则可以对应于PDU集合编码的ADU信息的不成功传输。停止准则可以包括PDU集合中s的一定数目的PDU的不成功传输，该数目大于或等于可以从PDU集合中丢失但仍然允许ADU被恢复

的PDU的最大数目的阈值。可以从PDU集合中丢失但仍然允许ADU被恢复的PDU的最大数目的阈值是：恢复ADU所需的最小必要PDU的阈值的、相对于PDU集合中的PDU的总数目的数学补码。

[0091] 确定停止准则是否满足可以根据由节点接收的递送确认而被确定。该确定可以取决于递送确认的数目和/或性质来做出。递送确认可以包括混合自动重传请求确认和/或自动重传请求确认。递送确认的性质可以包括递送已确认、或递送未确认。

[0092] 在3GPP技术标准第18版中,在CN级别对XR媒体(XRM)的研究引入了PDU集合的概念,从而以超越QoS流可能性的更好粒度,处理XRM应用和流的QoS要求。因此,根据3GPP技术报告TR 23.700-60(v0.0.3),PDU集合由一个或多个PDU组成,该一个或多个PDU携带在应用级别生成的一个信息单元的有效载荷(例如,用于XRM服务的帧或视频切片)。在一些实现中,应用层需要PDU集合中的所有PDU来使用对应的信息单元。在其他实现中,当一些PDU丢失时,应用层仍然可以恢复部分或全部的信息单元。

[0093] 此外,PDU集合在延迟预算和错误率(其可以被定义为PDU集合延迟预算(PSDB)和/或PDU集合错误率(PSER))方面与QoS要求相关联。PDU集合延迟预算(PSDB)定义PDU集合在UE与UPF处的N6终止点(termination point)之间可以被延迟的时间的上限。PSDB分别应用于由UPF通过N6接口而接收的DL PDU集合以及由UE发送的UL PDU集合。PDU集合错误率(PSER)定义已经由链路层协议(例如,3GPP接入的RAN中的RLC)的发送方处理的PDU集合(例如,构成PDU集合的IP分组的集合),但其中PDU集合中的所有PDU没有由对应接收方成功地递送到上层(例如,3GPP接入的RAN中的PDCP)的比率的上限。PSER可以用于确定非拥塞相关分组丢失率的上限。

[0094] 图5图示了处理PDU集合的核心网(CN)XRM架构的概述。图5示出了系统500,该系统500包括扩展现实媒体应用功能(XRM AF) 510、策略和控制功能(PCF) 515、会话管理功能(SMF) 520、接入和移动性功能(AMF) 525、无线电接入网(RAN) 530、用户设备(UE) 535、用户平面功能(UPF) 540、以及扩展现实应用545。UE 535可以包括如本文中所描述的远程单元102、用户设备装置200、发送方900、或者UE 1135、UE 1310。UPF 540可以包括如本文中所描述的基站单元104、网络节点300、或者UPF 1140、UPF 1340。现在将在下行链路业务的示例中描述系统500的操作,类似的过程可以针对上行链路业务来操作。

[0095] 在580处,XRM AF 510确定PDU设置要求。

[0096] 在581处,XRM应用功能510向PCF 515提供针对PDU集合的分组的QoS要求以及用以标识应用的信息(即,5元组或应用id)。QoS要求可以包括PSDB和PSER。XRM AF 510还可以包括针对PDU集合的重要性参数以及用于核心网标识属于PDU集合的分组的信息。

[0097] 在582处,PCF 515得出针对XR应用的QoS规则以及针对PDU集合的特定QoS要求。QoS规则可以针对XR媒体业务使用5G QoS标识符(5QI)。PCF 515向SMF 520发送QoS规则。PCF 515可以针对PDU集合的重要性在到SMF 520的通信中包括策略和计费控制(PCC)规则。PCC规则可以根据从XRM AF 510接收的信息或者基于运营方配置来得出。

[0098] 在583处,SMF 520根据PCF 515的QoS规则建立QoS流,并且将UPF配置为将XR应用的分组路由到QoS流,以及除此之外,将UPF配置为启用PDU集合处理。SMF 520还经由AMF 525向RAN 530提供包含PDU集合QoS要求的QoS简档。AMF 525可以在N2会话管理(SM)容器中向RAN 530提供包含PDU集合QoS要求的QoS简档。此外,AMF 525可以在N1 SM容器中向UE

535提供QoS规则。

[0099] 在584处,UPF 540检查分组并且确定属于PDU集合的分组。分组检查可以包括检查RTP分组。当UPF 540检测PDU集合的分组时,UPF 540在GTP-U报头内标记属于PDU集合的分组。GTP-U报头信息包括PDU集合序列号以及PDU集合的尺寸。UPF 540还可以基于UPF 540实现方式、由XRM AF 510提供的信息、或者作为元数据而从XRM应用服务器被提供的信息来确定PDU集合的重要性。基于PDU集合的重要性,UPF 540可以将业务路由到对应的QoS流1(根据从SMF 520接收的规则),或者在GTP-U报头内包括PDU集合的重要性。QoS流1可以包括GTP-U报头,并且该报头可以包括PDU集合信息。

[0100] 在585处,RAN 530标识属于PDU集合的分组(基于GTP-U标记),并且根据由SMF 520提供的PDU集合的QoS要求来处理PDU集合的分组。在一个实现中,RAN 530节点可以使用具有较高QoS要求的不同无线电承载(根据PDU集合PSDB/PSER)来保证PDU集合的分组的递送,同时根据用于非PDU集合分组的QoS流的5QI来使用不同无线电承载。RAN 530可以在PDU会话建立/修改期间,从SMF 520(经由AMF 525)接收QFI、QoS流的QoS简档(包括PDSB和PSER)。RAN 530检查GTP-U报头,并且确保相同PDU集合的所有分组根据QoS简档进行处理。这可以包括携带QoS流1的无线电承载中的PDU集合的分组。这还可以包括发送不属于携带QoS流2的不同无线电承载中的PDU集合的分组。

[0101] 上述示例涉及下行链路(DL)业务。互惠处理适用于上行链路(UL)业务,其中UPF 540分组检查的角色由UE 535承担,该UE预期将检查上行链路分组、确定属于PDU集合的分组、并且相应地将PDU集合发信号通知给RAN 530,以用于与能够满足PDU集合QoS要求(即,PSDB和PSER)的相关DRB相对应的调度和资源分配。与UL UE到RAN信息传递相关联的低级信令机制取决于RAN信令过程的规范和实现。

[0102] 本文中,扩展现实(XR)被用作针对不同类型的现实(其中虚拟现实、增强现实和混合现实是示例)的总称。

[0103] 虚拟现实(VR)是被递送的视觉和音频场景的渲染版本。在该情况下,渲染被设计为在观察者或用户在由应用定义的限制内移动时,尽可能自然地模仿真实世界的视觉和听觉刺激。虚拟现实通常(但不一定)要求用户佩戴头戴式显示器(HMD),以利用模拟的视觉组件完全取代用户的视野,并且要求用于佩戴耳机,以向用户提供附带音频。在VR中,通常还需要对用户进行某种形式的头部和运动跟踪,以允许更新模拟的视觉和音频组件,从而确保从用户的角度来看,物品和声音源与用户的移动保持一致。在一些实现中,可以提供用以与虚拟现实模拟交互的附加手段,但并非严格必要。

[0104] 增强现实(AR)是向用户提供附加信息或人工生成的物品、或叠加在该用户的当前环境上的内容。这样的附加信息或内容通常是视觉和/或听觉的,并且该用户对他们的当前环境的观察可以是直接的,其中没有中间的感测、处理和渲染,也可以是间接的,其中他们对他们的环境的感知经由传感器来中继并且可以被增强或处理。

[0105] 混合现实(MR)是AR的一种高级形式,其中一些虚拟元素被插入到物理场景中,目的是提供这些元素是真实场景的一部分的错觉。

[0106] XR指代由计算机技术和可穿戴设备生成的所有真实和虚拟组合的环境以及人机交互。XR包括诸如AR、MR和VR的代表性形式以及它们之间的插值区域。虚拟性的级别的范围从部分感官输入到完全沉浸式VR。在一些圈子(circle)里,XR的一个关键方面被认为是人

类经验的延伸,特别是与存在感(以VR为代表)以及认知获取(以AR为代表)有关的人类经验。

[0107] 在3GPP第17版中,3GPP SA4工作组分析了标题为“5G系统中针对媒体和XR服务的业务模型和质量评估方法”的技术报告TR 26.926(v1.1.0)中的媒体传送协议和XR业务模型,并且决定了在应用级别针对满意体验所需要的延迟预算、数据速率和错误率方面的QoS要求。这导致针对5GS XR QoS流的4个附加的5G QoS标识符(5QI)。这些5QI在3GPP TS23.501(v17.5.0)表5.7.4-1中被定义,被呈现为值为87-90的延迟关键GBR 5QI。后者适用于XR视频流(video stream)以及用以提供沉浸式和交互式XR体验所需要的控制元数据。

[0108] XR视频业务主要由高分辨率(例如,通常至少1080p双眼缓冲区)、每秒帧数(例如,60+fps)和高带宽(例如,通常至少20-30Mbps)的多个DL/UL视频流组成,该XR视频业务需要以最小延迟(通常上限为15-20ms)跨网络而被发送,以保持减少的端到端应用往返交互延迟。鉴于XR应用对云/边缘处理的依赖性(例如,内容下载、视口生成和配置、视口更新、视口渲染、媒体编码/转码等),后者要求至关重要。

[0109] 为了支持特定于具有高带宽的实时通信(RTC)(例如,XR视频流)的这样的严格延迟关键要求,针对递送XR沉浸式多媒体应用而设想的高层协议是实时传送协议(RTP)。在该上下文中,可以参考标题为“5G中的扩展现实(XR)”的3GPP技术报告TR 26.928(v17.0.0)。在一些实现中,安全的RTP变体(诸如普通的(vanilla)安全实时传送协议(SRTP))或者基于网络浏览器的WebRTC栈可以用于在跨移动通信网络(诸如5GS)服务于XR应用。

[0110] RTP是具有应用层成帧的媒体编解码器无关的网络协议,该应用层成帧用于通过IP网络实时递送多媒体(例如,音频、视频等),如标题为“RTP:针对实时应用的传送协议”的IETF标准RFC 3550中所定义的。该RTP与用于控制的姊妹协议(RTP控制协议(RTCP))相结合使用,以提供端到端功能,诸如抖动补偿、分组丢失和乱序递送检测、同步和源流复用。

[0111] 图6提供了RTP和RTCP栈的概述。IP层605携带来自媒体会话数据平面610以及来自媒体会话控制平面650的信令。数据平面610栈包括用于用户数据报协议(UDP)612、RTP 616、RTCP 614、媒体编解码器620和质量控制622的功能。控制平面650栈包括用于UDP 652、传输控制协议(TCP)654、会话发起协议(SIP)662和会话描述协议(SDP)664的功能。

[0112] SRTP是RTP的安全版本,并且由IETF在RFC 3711“安全实时传送协议(SRTP)”中定义。SRTP提供加密(有效载荷机密性)、消息认证和完整性(报头和有效载荷签名)、重放攻击保护。类似地,SRTP姊妹协议SRTCP向RTCP对应方提供相同的功能。因此,在SRTP中,RTP报头信息仍然是可接入的,但不可修改的,而有效载荷是加密的。出于这个原因,SRTP被用于WebRTC栈中,该WebRTC栈确保通过网络浏览器界面进行安全的RTC多媒体通信。

[0113] 图7图示了WebRTC栈的概述。IP层705携带来自数据平面710和控制平面750的信令。数据平面710栈包括用于UDP 712、交互式连接建立(ICE)724、数据报传送层安全(DTLS)726、SRTP 717、SRTCP 715、媒体编解码(media codes)720、质量控制722和SCTP 728的功能。ICE 724可以使用用于NAT的会话遍历实用程序(STUN)协议以及在NAT周围使用中继进行遍历(TURN),以解决跨异构网络和NAT规则的实时媒体内容递送。SCTP 728可以是非时间关键的。SRTP 717、SRTCP 715、媒体编解码720和质量控制722可以是时间关键的。

[0114] 图8图示了用于RTP分组830和SRTP分组860两者的分组格式和报头信息。报头信息可用于检查和处理,并且下面提供概述,包括RTP/SRTP分组格式的报头部分中的某些感兴

趣字段的简要描述。

[0115] “X” 834、864是1比特,指示标准固定RTP/SRTP报头后面将跟随通常与特定数据/简档相关联的RTP报头扩展,该RTP报头扩展将携带关于数据的更多信息(例如,针对视频数据的帧标记RTP报头扩展,如RTP帧标记RTP报头扩展(2021年11月)-draft-ietf-avtext-framemarking-13中定义的)。

[0116] “CC” 836、866是4比特,指示跟随报头后面的贡献媒体源(CSRC)的数目。

[0117] “M” 838、868是1比特,旨在标记分组流(packet stream)中的信息帧边界,该“M”的行为由RTP简档(例如,H.264、H.265、H.266、AV1等)精确指定

[0118] “PT” 840、870是7比特,指示有效载荷类型,在视频简档的情况下,该有效载荷类型是动态的,并且借助于SDP进行协商(例如,针对H.264为96,针对H.265为97,针对AV1为98等等)。

[0119] “序列号” 842、872是16比特,指示随着在会话上发送的每个RTP分组递增1的序列号。

[0120] “时间戳” 844、874是32比特,指示以有效载荷类型时钟的时间刻度(tick)为单位的时间戳,该时间戳反映RTP数据分组的第一八位字节的采样时刻(针对视频流与视频帧相关联),而第一RTP分组的第一时间戳是随机选择的。

[0121] “同步源(SSRC)标识符” 846、876是32位字段,指示用于形成相同定时和序列号空间的一部分的RTP分组流的源的随机标识符,使得接收器可以基于同步源对分组进行分组以用于回放。

[0122] 在下文中,我们将视频帧称为组成视频流的序列中呈现的静止图像的视频编码表示。另一方面,视频帧可以由一个或多个视频切片组成。视频切片是视频序列的静止图像部分的分区的编码视频表示。在一些实现中(例如,H.266、AV1),视频切片可以指代静止图像的矩形分区(例如,分块(tile)),而在其他实现中(例如,H.264、H.265、H.266等),视频切片可以是静止图像的光栅扫描分区。类似地,我们将作为视频编码元素的视频层或者称为时间视频层,意味着提高视频序列的每秒帧数分辨率和时间级别的细节;或者称为空间视频层,意味着提高视频序列的单独视频帧的视频编码像素数目和空间分辨率。视频帧、视频切片和/或视频层的抽象概念适用于MPEG家族的现代混合视频编解码器(即,H.264/H.265/H.266)、以及其他开放式视频编解码器(诸如AV1或VP9)。视频编码数据到RTP/SRTP有效载荷的封装格式由互联网标准针对每个单独视频编解码器而规定,例如,RFC 6184规定的H.264、RFC 7798规定的H.265、例如针对AV1的RTP有效载荷格式(aomediacodec.github.io)规定的AV1。

[0123] 注意,针对XR应用,所使用的媒体编解码器以及其配置/配置更新取决于应用实现,并且该配置/配置更新通常在会话建立/会话更新(例如,RTP/SRTP)时在发送方与接收方之间协商。为此,会话描述协议(SDP)信令被用作独立的信令过程、或者会话发起协议(SIP)的一部分。

[0124] 在涉及多点通信的各种交互式XR应用中(例如,会议、共享课堂等),应用层前向纠错(FEC)被用作用以对抗拥塞和分组丢失的一种方法。这在点对点通信中也是可能的,其中应用层FEC可以在网络路由级别或者在物理层利用链路路径分集。例如,在5GS中,链路路径分集可以由双连接(DC)、载波聚合(CA)以及多TRP传输来提供。这例如适用于1D/2D奇偶校

验码(例如,如IETF RFC 8627中所定义的)、Raptor码(例如,如IETF RFC 5032中所定义的)、RaptorQ码(例如,如IETF RFC 6330中所定义的)以及LDPC阶梯码(例如,如IETF RFC 6816中所定义的)。

[0125] IETF已经定义了通用前向纠错框架(FECFRAME)作为IETF RFC 6363,该FECFRAME允许将各种FEC方案应用于应用级别FEC。FECFRAME规定了用于传送层(例如,UDP)以及RTP层两者等(例如,WebRTC)上的AL-FEC的源分组格式和修复分组格式以及FEC方案配置过程。

[0126] 前向纠错框架FECFRAME因此对应用数据单元(ADU)进行操作,例如,在RTP用于对媒体信息单元的封装的情况下对RTP分组进行操作。

[0127] 图9是AL-FEC XR应用流的图示,包括编码、分组化和传送。这呈现了FECFRAME的角色以及各种FEC编码方案的应用。图9示出了包括应用910、FECFRAME 920、FEC方案930和传送层940的发送方900。发送方900可以包括如本文中所描述的远程单元102、用户设备装置200、UE 535、UE 1135、UE 1310、基站单元104、网络节点300、或者UPF 540、UPF 1140、UPF 1340。

[0128] 在一些实施例中,鉴于其高效的编码/解码,流行的AL-FEC编码方案是Raptor编码(IETF RFC 5032),或者备选地,在其他实施例中,是其优化版本的RaptorQ编码(IETF RFC 6330)。在FECFRAME的上下文中应用的,Raptor/RaptorQ根据IETF RFC 6881和IETF RFC 6882对RTP分组进行编码。下面描述了该应用流的一些通用步骤的示例。

[0129] 在971处,发送方900中的应用910将表示ADU的源分组(例如,RTP源分组)的集合确定为源块,该源块将基于AL-FEC编码配置而被联合保护。

[0130] AL-FEC编码配置可以包括FECFRAME配置信息,该FECFRAME配置信息包含:FEC方案标识符;最大源块长度(MSBL)或者备选地,用于Raptor/RaptorQ的 K_{max} ;编码符号尺寸(即,用于Raptor/RaptorQ编码方案的T参数);以及修复窗口持续时间(即,跨越源分组以及对应的修复分组的传输的最大时间,以毫秒和/或微秒为单位,其中传输点被认为是编码后摄取经编码的PDU的下游接口)。

[0131] 在972处,发送方将源分组(例如,RTP源分组)布置为相同尺寸的源符号的集合(其可以表示经配置的尺寸的源分组数据的源符号中的较小分区)。

[0132] 在973和974处,发送方根据AL-FEC配置(例如,FECFRAME配置信息)应用FEC方案930(例如,Raptor/RaptorQ/2D奇偶校验码)以生成所需要的数目的修复符号。

[0133] 在975处,发送方执行将修复符号分组化为修复分组(例如,根据IETF RFC 6882的RTP修复分组),并且经由传送层940向接收方发送976修复分组和源分组。

[0134] 根据FECFRAME要求(即,IETF RFC 6363),发送方应当在不同的源流和修复流中发送源分组和修复分组,例如,RTP流,以允许传统(非FEC)应用处理类似于任何系统码的源分组。

[0135] 接收方接收源分组和修复分组。如果所有源分组被成功接收到,则不需要FEC恢复,并且FEC修复分组可以被丢弃。

[0136] 然而,如果存在丢失的源分组,则修复分组可以被处理,并且该修复分组在与通过应用FEC配置而配置的至少修复窗口时间相对应的时延内用于恢复丢失信息。

[0137] Raptor/RaptorQ FEC方案恢复属性确定:可以从任何 $K+h$ 编码源恢复 K 个经编码的源分组,或者以 $1-1/256^{h+1}$ 的概率修复分组,其中经编码的符号对应于经编码的分组。

这暗示,从一组N个经编码的源分组和修复分组(其中仅接收到K+1个经编码的分组)中恢复K个经编码的源符号被保证具有基本上超过99.99%,即,非常大的概率。在其他实施例中,其中经编码的分组对应于多于一个经编码的符号,高恢复概率在分组化之后也被维护,因此允许Raptor/RaptorQ码实现强纠错性能。

[0138] 在用于一般流的FECFRAME的实施例中,要求ADU源PDU(例如,源RTP PDU)包含表示有效载荷ID的附加脚注。这在接收方侧被使用以确定经编码的PDU是否丢失,并且帮助选择和使用适当的恢复时隙,以用于基于经编码的可用PDU(即,源PDU或修复PDU)解码丢失分组。在使用RTP/SRTP的很多实施例中,该信息作为RTP/SRTP序列号的一部分很容易可用,该序列号充当有效载荷ID替换。在这样的实施例中,与任何系统编码过程类似,从FECFRAME编码得出的源RTP/SRTP分组被未改变地发送。例如,这为不支持AL-FEC的接收方提供了向后兼容性。在一个实施例中,用于将源PDU和修复PDU编码为RTP/SRTP分组的FEC编码方案因此使用原始RTP/SRTP源分组的序列号作为有效载荷ID替换(例如,针对Raptor/RaptorQ码,在根据IETF RFC 6681的单序列流编码模式中)。因此,这表明:经编码的修复RTP/SRTP分组依赖于联合编码的RTP/SRTP源分组的块,有助于解码器端点进行高效解码。

[0139] 处理用于XR QoS流的PDU集合暗示解决将应用的业务流映射到PDU集合的问题。这对应于确定PDU集合边界(PSB)(即,PDU集合的开始PSB和/或结束PSB)。

[0140] 这个问题可以在用于DL业务的UPF处、或者用于UL业务的UE处被解决。随后,如在前篇中所描述的在DL中使用该结果,以借助于QoS流将PDU集合设置、配置和映射到适当的QoS规则。另一方面,在UL中,UE将使用所确定的PDU集合将PDU集合映射到特定DRB,该DRB随后由RAN通过N3借助于SDAP处理映射到QoS流。然后,UPF应当根据PCF配置的QoS规则和SMF建立的QoS流将UL路由到应用服务器。

[0141] 现有技术所考虑的PSB确定主要通过以下两种方式中的一种或两种来执行:深度分组检查和RTP报头信息解析。然而,深度分组检查是计算繁重的,具有训练和部署要求,这使得在UL方向上针对UE处理的应用是不可行的。

[0142] 涉及使用RTP分组格式的解决方案利用RTP时间戳、序列号、有效载荷类型以及M比特标记中的一项或多项的组合来确定视频帧边界。在一些解决方案中,该信息通过从应用特定和/或简档特定的RTP报头扩展(例如,draft-ietf-avtext-framemarking-13)、或者从解析RTP有效载荷报头(例如,H.26x编解码器中的视频编码NAL单元的RTP有效载荷报头)中提取的附加信息而被补充,如标题为“关于XR(扩展现实)和媒体服务的研究”的3GPP技术报告TR 23.700-60v0.0.3中所详述。

[0143] 然而,这些解决方案不考虑AL-FEC业务,而仅涉及非编码的XR应用业务。尽管如此,根据3GPP SA4工作组(特别是从3GPP SA4WG到3GPP SA2 WG的3GPP联络声明,来自SA4会议#118e的、2022年4月6日至12日的S4-220505),PDU集合可以包含AL-FEC编码的源块的源PDU和修复PDU,这在标题为“透明端到端分组交换流式传播服务(PSS);3GPP SMIL语言简档”的3GPP TS26.246v17.0.0中所定义的多播/广播中是典型的,或者在标题为“IP多媒体子系统(IMS);多媒体电话;媒体处理和交互”的3GPP TS26.114v17.5.0中所描述的对话应用中是典型的。这进一步促使确定用于由AL-FEC配置编码的XR业务的PDU集合以及相关关联的经编码的PDU。

[0144] RAN PDU丢弃已经在5G中XR业务处理的解决方案空间中被讨论,用于丢弃属于其

延迟预算到期的经调度的XR ADU的PDU的情况、或者取决于其延迟预算到期的另一ADU(例如,取决于I帧参考的P帧)的PDU(例如,参见爱立信于2021年11月在RAN1#107e处提交的标题为“关于用于XR的增强的讨论”的3GPP讨论文档R1-2111787)。

[0145] 尽管这些解决方案可以适用于PDU集合,但是该解决方案并不是AL-FEC感知的,并且只是对延迟预算的到期或信息已经过时的高层指示做出反应。

[0146] 本文中提供了一种利用AL-FEC感知来丢弃经编码的PDU集合中的PDU的主动解决方案,其中所述PDU或者向接收器携带不必要的冗余信息(例如,接收方已经接收到足够的分组来解码期望的ADU信息),或者向接收方携带过时的信息(例如,由于已经发生了太多的PDU擦除,所以接收器无法再恢复期望的ADU信息)。

[0147] 另外,注意,标题为“关于XR(扩展现实)和媒体服务的研究”的3GPP TR 23.700-60(v0.0.3)描述了使用RTP分组格式来利用RTP时间戳、序列号和M比特标记中的一项或多项的组合,以确定视频帧边界。在一些解决方案中,该信息通过从应用特定和/或简档特定的RTP报头扩展(例如,draft-ietf-avtext-framemarking-13)、或者从解析RTP有效载荷报头(例如,H.26x编解码器中的视频编码NAL单元的RTP有效载荷报头)中提取的附加信息而被补充。然后,使用该最后收集的信息来提取对检测到的PDU集合的重要性的一些分类/估计。

[0148] 本文中呈现的解决方案使用相同的策略,即,使用RTP报头来确定经编码的PDU的一些信息,但与现有技术相比,该方法使用AL-FEC配置以及经编码的应用业务的知识来确定PDU集合,该PDU集合还包含表示经编码的源PDU和经编码的修复PDU的2个子集,作为公共PDU集合。因此,共同依赖的源PDU和修复PDU被组合在一起作为PDU集合。

[0149] 本文中呈现的解决方案倾向于,使用AL-FEC RAN感知在RAN处提供经AL-FEC编码的PDU集合的处理和丢弃。

[0150] 可以应用三个示例策略来确定将在何时丢弃经AL-FEC编码的PDU集合中的PDU。RAN丢弃由对无线电资源使用和分配的优化来促使,以及通过停止经编码的PDU集合中的PDU的传输处理来增加系统容量。这倾向于在无线通信网络中提供PDU集合的更高效传输。

[0151] 所丢弃的PDU是:

[0152] • 不必要地冗余的——即,接收方已经接收到足够的属于经编码的PDU集合中的PDU来解码期望的ADU信息;或者

[0153] • 过时的——即,接收器无法再恢复期望的ADU信息,因为已经发生了太多的PDU擦除。

[0154] 该解决方案是通过接收、确定和/或标识用于对经编码的ADU进行编码的应用层前向纠错(AL-FEC)编码配置并且相应地处理PDU集合的传输来启用的。在某些实施例中,这可以通过经AL-FEC编码的ADU映射到PDU集合以及AL-FEC编码配置信息和PDU集合元数据的信令来促进。因此,适用于经AL-FEC编码的PDU集合的所确定的RAN PDU丢弃策略是基于用于恢复经编码的ADU信息的最小必要PDU的阈值确定的,并且是分别基于包括第一源PDU子集以及第二修复PDU子集的PDU集合的结构。

[0155] 使用AL-FEC以用于对XR应用ADU进行编码,得到经编码的源PDU和修复PDU。在一个实施例中,这可以作为FECFRAME(即,IETF RFC 6363)处理的结果而被获得,给定AL-FEC配置至少具有:

[0156] • 经配置的源块尺寸,

[0157] • AL-FEC编码方案(例如,Raptor/RaptorQ、1D/2D灵活奇偶校验、阶梯LDPC编码等),

[0158] • 编码率和/或冗余级别,以及

[0159] • 编码符号尺寸。

[0160] 源块确定可以被一次编码的最大ADU数据尺寸。在一些实施例中,针对尺寸小于经配置的源块的ADU,利用填充比特补充ADU数据直到源块的尺寸。在其他实施例中,针对尺寸大于源块的ADU,ADU被拆分为尺寸小于或等于AL-FEC配置的源块的多个分区。

[0161] 在一些实施例中,编码符号尺寸被配置为匹配与PDU相对应的最大传输单元(MTU),使得一个编码符号被包含在一个PDU中作为源PDU或修复PDU。在这样的实施例中,在编码和解码两者中,填充被应用于尺寸小于编码符号尺寸的源PDU,以匹配编码符号尺寸。填充比特不被发送,因为在给定AL-FEC配置的情况下,AL-FEC编码器和AL-FEC解码器两者都知道填充比特的值和/或数目。

[0162] 在其他实施例中,编码符号尺寸被配置为小于PDU的MTU。在这样的实施例中,一个或多个编码符号包括PDU,作为源PDU或修复PDU。在这样的实施例中,填充被应用于尺寸小于最小整数数目的编码符号的源PDU,该最小整数数目的编码符号的尺寸大于或等于源PDU。在编码和解码两者中,为了匹配整数数目的编码符号,填充被应用于源PDU。填充比特不被发送,因为在给定AL-FEC配置的情况下,AL-FEC编码器和AL-FEC解码器两者都知道填充比特的值和/或数目。

[0163] AL-FEC编码和分组化针对每个经编码的ADU生成多个经编码的源PDU以及多个修复PDU。在一些实施例中,经编码的源PDU的数目由表示ADU输入的源PDU的数目确定(例如,与ADU相对应的源块中的RTP分组的数目),并且修复PDU的数目由AL-FEC编码配置确定、分别由AL-FEC编码率和/或冗余级别确定。在示例中,将K数目的源PDU编码为与源PDU相同的K数目的编码源PDU,以及相应地与编码率 $K/N < 1$ 相对应或者等效地与冗余级别 $(N-K)/K\%$ 相对应的 $N-K > 0$ 数目的经编码的修复PDU。

[0164] 图10示出了与经编码的源PDU 1015相对应的源流1010、以及与经编码的修复PDU 1035相对应的修复流1030的编码过程1000的图示。应用的传入RTP PDU通过系统编码而被编码和分组化。在这样的实施例中,源RTP PDU在编码后保持不变,以形成经编码的源PDU的系统码字。在相同实施例中,包括FEC方案编码器1020的块码用于将修复符号编码直到编码符号配置的尺寸,并且将其分组化在修复流1030上的修复PDU 1035中。图10还图示了所输入经编码的源PDU 1015与对应的经编码的修复PDU 1035之间的编码延迟1092。修复窗口1092表示经编码的源PDU 1015之后的时间,在该时间内,对应的经编码的修复PDU 1035可以被使用。

[0165] 源流1010和修复流1030可以在不同RTP会话(即,不同源IP、源端口地址)上被发送。在这样的实施例中,根据IETF RFC 5956和IETF RFC 6364,通过FEC编组(grouping)在媒体会话级别将共同依赖的源流和修复流相关联。共同依赖的源流和修复流是一个或多个流,使得修复流包含源流的冗余组合信息,这取决于后者。以类似的方式,源流在错误的情况下取决于修复流,其中冗余的修复流部分的信息可以用于恢复源流信息。

[0166] FEC编组由XR应用在SDP提议/应答过程期间协商。在示例列表中,SDP提议内的源流和修复流的编组被确定为,

```
[0167] ...
[0168] a=group:FEC-FR S1 R1
[0169] m=video 42420RTP/AVP 100
[0170] c=IN IP4 233.252.0.1/127
[0171] a=rtpmap:100H264/90000
[0172] a=fec-source-flow:id=0
[0173] a=mid:S1
[0174] m=application 42420UDP/FEC
[0175] c=IN IP4 233.252.0.2/127
[0176] a=fec-repair-flow:encoding-id=6;fssi=Kmax:50,T:1280
[0177] a=repair-window:15ms
[0178] a=mid:R1
[0179] ...
```

[0180] 在上述示例中,组(S1,R1)被创建。S1流表示由ID=0标识的fec源流,并且R1流表示由其编码方案(即,如IETF RFC 6681中所述,编码id=6,其对应于用于单序列源流的RaptorQ)以及参数T=1280字节编码符号所描述的fec修复流,而源块包含的最大长度为K_{max}=50个符号。因此,这两个共同依赖的流在媒体会话级别被逻辑地编组,尽管是通过两个不同RTP会话被递送的。

[0181] 在其他实施例中,与上述相同的源流和修复流由RTP复用器在公共RTP会话上发送,其中两个流的不同SSRC作为在SDP协议级别、在IETF RFC 5956中定义的ssrc组的一部分被复用在一起。在这样的示例中,上述的源流和修复流将在IETF RFC 6682中定义的SDP提议/应答过程中描述为

```
[0182] ...
[0183] m=video 42420RTP/AVP 100 110
[0184] c=IN IP4 233.252.0.1/127
[0185] a=rtpmap:100H264/90000
[0186] a=rtpmap:110raptorfec/90000
[0187] a=fmtp:110raptor-scheme-id=6;Kmax=50;T=1280;repair-window=15000
[0188] a=ssrc:1000000
[0189] a=ssrc:1000110
[0190] a=ssrc-group:FEC-FR 1000000 1000110
[0191] a=mid:FECGroup1
[0192] ...
```

[0193] 在上述示例中,源流(SSRC=1000000,并且有效载荷类型=100)和修复流(SSRC=1000110,并且有效载荷类型=110)在相同RTP会话上被复用,但编码参数与先前示例中的相同。

[0194] 在一些实施例中,因此,经AL-FEC编码和共同依赖的媒体流由5GS通过监测与XR应用相关联的SDP提议/应答过程来确定,其中提议端点向应答端点发起SDP提议。应答端点利用同意媒体流、属性和参数的特定集合(AL-FEC配置也在其中)的SDP应答来答复SDP提议。

在一个实施例中,源流和修复流的共同依赖的编组基于“组”SDP属性而被确定,而在另一实现中,该共同依赖的编组基于“ssrc组”SDP属性而被确定,其中应用RTP SSRC复用。

[0195] 在其他实施例中,AL-FEC编码配置可以由XR应用的AF向NEF分组流描述功能(PFDF) API发信号通知,作为基于以下中的至少一项来标识各种AL-FEC配置的一个或多个分组流描述(PFD)对象的集合的一部分:

- [0196] • 三元组,包括协议、服务器侧IP和服务器侧端口地址;
- [0197] • 将被匹配的URL的重要部分的规则集合;
- [0198] • 域名的规则集合匹配准则;以及
- [0199] • 信息封装协议配置(例如,AL-FEC配置,诸如编码率、冗余级别、编码方案、源块尺寸、编码符号尺寸、修复窗口等)。

[0200] 在这样的实施例中,XR应用的AF将通过控制平面接口(例如,NEF PFDF API)来隐式地发信号通知将在PDU会话级别适用于经编码的PDU业务的AL-FEC配置描述。因此,被发信号通知的信息由SMF根据PFD管理过程来管理。SMF将PFD规则通知给UPF,并且SMF还通知UPF关于PCF确定的XR应用业务的PCC规则和QoS规则以及AL-FEC相关联的编码配置。然后,UPF可以应用适当的分组检测和过滤,以确定包含经编码的共同依赖的源PDU作为子集并且包含修复PDU作为另一子集的PDU集合。

[0201] 图11图示了用于支持DL方向和UL方向的经AL-FEC编码的PDU集合确定的信息交换的架构和过程。图11示出了包括扩展现实媒体应用功能(XRM AF) 1110的系统1100,该XRM AF是XR应用1145的一部分。XR应用1145包括XR应用服务(AS) 1147。系统1100还包括网络暴露功能(NEF) 1105,该NEF包括分组流描述功能(PFDF) 1107。系统1100还包括策略和控制功能(PCF) 1115、会话管理功能(SMF) 1120、接入和移动性功能(AMF) 1125、无线电接入网(RAN) 1130、用户设备(UE) 1135和用户平面功能(UPF) 1140。UE 1135包括客户端XR应用1137和PDU集合分组过滤器1132。UPF 1140包括PDU集合分组过滤器1142。附加地图示了某些组件之间的接口。UE 1135可以包括如本文中所描述的远程单元102、或者用户设备装置200、发送方900、或者UE 535、UE 1310。UPF 1140可以包括如本文中所描述的基站单元104、或者网络节点300、或者UPF 540、UPF 1340。

[0202] 类似地,在针对UL传输的另一实施例中,SMF可以经由AMF向UE通知针对XR应用业务的PFD规则和QoS规则。UE然后可以针对UL传输应用适当的分组检测和过滤,以确定包含经编码的共同依赖的源PDU作为子集并且包含修复PDU作为另一子集的PDU集合。

[0203] 在一些实施例中,PDU集合、经编码的源PDU子集和经编码的修复PDU子集是通过在用于DL传输的UPF处或者在用于UL传输的UE处检查RTP和/或SRTP固定报头信息来确定的。这至少包含以下RTP/SRTP报头字段,该RTP/SRTP字段可以用于确定跨越源PDU子集和修复PDU子集的经编码的ADU的边界:

- [0204] • M比特标记字段,
 - [0205] • 有效载荷类型字段,
 - [0206] • SSRC字段,
 - [0207] • 序列号字段,以及
 - [0208] • 时间戳字段。
- [0209] M比特标记字段可以通过比特值“1”指示ADU的信息(即,视频帧)的结束边界,该结

束边界标识源ADU的结束,并且因此标识经编码的源PDU子集的结束。

[0210] 备选地,M比特标记字段可以通过比特值“1”指示与对应于源ADU的源块相关联的修复PDU的结束,并且如此指示经编码的源PDU的结束。

[0211] 有效载荷类型字段可以指示由RTP PDU携带的每个有效载荷的类型,作为源PDU媒体有效载荷类型(例如,H264、HEVC等)或修复PDU类型(例如,与配置的经AL-FEC编码的流相对应)中的一项。在前面呈现的任何SDP配置的示例中,源PDU的有效载荷类型为“100”,而修复PDU的有效载荷类型为“110”。

[0212] SSRC标识符还可以指示每个RTP PDU的主同步源,其中源PDU和修复PDU可以在相同流内被复用,并且由此在指示经编码的源PDU和修复PDU时补充有效载荷类型字段。在示例中,针对共同依赖的源流和修复流的“ssrc组”SDP编组配置,源PDU的SSRC为“1000000”,而修复PDU的SSRC为“1000110”。

[0213] 序列号字段可以按顺序为PDU打标签,并且可以提供用于基于PDU集合中的PDU的原始采样来对该PDU进行排序的手段,因此使能对作为PDU集合的源PDU的第一PDU子集以及作为PDU集合的修复PDU的第二PDU子集进行逻辑分离。然而,在实施例中,给定特定AL-FEC编码方案配置,源PDU和修复PDU可以交织。在另一实施例中,PDU集合的源PDU和修复PDU不与第一被发送的源PDU子集(随后是包括共同依赖的修复PDU的第二子集)交织。

[0214] 时间戳字段可以帮助PDU的同步,并且在PDU集合内指示每个PDU的采样时间戳。在一些实施例中,源PDU和修复PDU的时间戳是相同的,而在其他实施例中,源PDU的时间戳被设置为与源ADU的采样相对应的时间戳“t0”(例如,由捕获输入设备捕获并且被存储到存储器中的视频帧),并且修复PDU的时间戳被设置为与时间戳“t0”加上由于AL-FEC编码处理而导致的编码延迟相对应的时间戳“t1”。该编码延迟小于或等于修复窗口AL-FEC配置。在实施例中,该编码延迟和修复窗口由XR应用服务器至少基于最大端到端内容递送延迟要求和/或端到端应用延迟要求来确定。

[0215] 图12图示了由源PDU 1215的第一子集以及修复PDU 1235的第二子集组成的经AL-FEC编码的PDU集合1250的确定1200。基于AL-FEC配置的SDP会话信息,使用M比特标记、有效载荷类型和/或SSRC来确定PDU集合。此外,PDU集合1250的第一子集被确定包括源PDU 1215,并且PDU集合1250的第二子集被确定包括修复PDU 1235,而这两个子集的标识是基于有效载荷类型和/或SSRC RTP报头字段的。应当注意,针对SRTP业务,可以执行相同处理,具有相同的结果。

[0216] 为了在下游传输和低层处理中受益于所确定的经AL-FEC编码的PDU集合以及经编码的源PDU子集和修复PDU子集,可以将所获取的PDU集合信息发信号通知给5GS内的RAN等。5GS内的回程传送是通过内部UDP/IP栈对PDU会话业务流进行隧道传输(tunneling)。后者由GTP-U隧道协议执行,该GTP-U隧道协议包括外部IP网络栈,并且根据针对5GS的控制平面上的PDU会话而建立的内部IP路由规则,将PDU会话中继到一个或多个RAN端点。

[0217] GTP-U隧道机制通过N3接口和N9接口上的UDP传送来携带用户数据业务。两个对应的GTP-U节点之间的GTP-U隧道将业务分离为不同通信流。本地隧道端点标识符(TEID)、IP地址和UDP端口唯一地标识每个节点中的隧道端点,其中由接收实体分配的TEID用于通信。在5GS CN的示例中,通过在RAN与SMF之间提供TEID和IP地址来建立GTP-U隧道。这是SMF与AMF之间通过HTTP/2以及AMF与RAN之间通过下一代应用协议(NGAP)进行的信令。

[0218] 图13图示了PDU会话1300的5GS GTP-U数据平面协议栈。该系统包括UE 1310、5G AN 1320、UPF 1330和UPF 1340。UE 1310可以包括如本文中所描述的远程单元102、用户设备装置200、发送方900、或者UE 535、UE 1135。UPF 1340可以包括如本文中所描述的基站单元104、网络节点300、或者UPF 540、UPF 1140。GTP-U报头是4字节对准结构,在一些实施例中,取决于强制性前8个字节的内容,该结构由以下项形成:至少8个字节,其后跟随至少4个附加字节。在一个实施例中,GTP-U报头可以具有一个或多个4字节对准扩展报头,该一个或多个4字节对准扩展报头通过前缀的下一扩展报头类型八位字节被链式连接(chain)在一起作为列表。

[0219] 图14图示了GTP-U报头1400的结构。GTP-U报头包括:3比特的版本字段(Ver) 1402;1比特的协议类型字段(P) 1404,其指示用于GTP-U的“1”值;值为“0”的保留比特字段(R) 1406;扩展报头标志(E) 1408比特字段,其指示可选扩展报头字段的的存在;序列号标志(S) 1410比特字段,其指示可选序列号字段的的存在;N-PDU编号标志(N) 1412比特字段,其指示可选N-PDU编号字段的的存在;消息类型八位字节字段1414,其指示GTP-U消息的类型(例如,用于G-PDU的“255”,其指示传送PDU);八位字节字段1416,其指示以字节为单位的有效载荷的长度;32比特TEID 1418;可选的(递增的)序列号八位字节字段1420,如果E、S或N中的任何一个被切换,则存在,但仅当S被切换时才进行处理;可选的N-PDU编号八位字节字段1422,如果E、S或N中的任何一个被切换,则存在,但仅当N被切换时才进行处理;以及可选的下一扩展报头类型八位字节字段1424,如果E、S或N中的任何一个被切换,则存在,但仅当E被切换时才进行处理。

[0220] 在一些实施例中,经AL-FEC编码的PDU集合的信息借助于GTP-U扩展报头被传达到RAN或者从RAN被传达。在一个实施例中,这样的扩展报头包括以下中的至少一项的信息:

[0221] • PDU集合的边界的指示(例如,开始和/或停止指示比特字段、和/或PDU集合序列号或标识符字段),

[0222] • PDU集合的源PDU子集的边界的指示(例如,与源PDU子集相对应的开始和/或停止指示比特字段)

[0223] • PDU集合的修复PDU子集的边界的指示(例如,与修复PDU子集相对应的开始和/或停止指示比特字段)

[0224] • PDU集合尺寸的指示(例如,作为形成PDU集合的所有经编码的PDU的数目)

[0225] • PDU集合的源PDU子集的尺寸的指示(例如,作为形成源PDU子集的源PDU的数目)

[0226] • PDU集合的修复PDU子集的尺寸的指示(例如,作为形成修复PDU子集的修复PDU的数目)

[0227] • AL-FEC配置的编码率的指示(例如,作为包含表列(tabulate)索引的比特字段,该表列索引指示最小编码率(例如,0.25)与1(即,未编码)之间具有给定粒度的编码率,其中所选择的粒度占用 $-\log_2(1/\text{粒度})$ 比特,或者备选地,PDU集合内的源PDU数目和总经编码的PDU数目)

[0228] • 需要被成功发送到接收器以使该接收器能够在解码和成功恢复经ADU编码的信息时应用AL-FEC编码配置的经编码的PDU集合中的PDU(即,源PDU或修复PDU)的最小数目的指示。

[0229] 在一些实施例中,用于ADU恢复的必要PDU的最小数目的指示被发信号通知作为需要被发送的经编码的PDU集合中总PDU数目的百分比。在一个示例中,用于经编码的PDU集合的ADU恢复的必要PDU的最小数目(即, m)被发信号通知作为解决问题的量化百分比值 q' :

$$[0230] \quad q' = \operatorname{argmin}_{q \in Q} (q - \frac{m}{N} \geq 0),$$

[0231] 其中 N 表示经编码的PDU集合内的总PDU的数目,并且 Q 表示量化百分比级别的集合,例如, $Q = \{10, 20, 30, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100\}$ 。在该示例中, Q 的任何百分比级别都可以量化4比特。因此,通过 q' 被发信号通知的原始 m 值可以通过反向映射来恢复:

$$[0232] \quad m = \left\lfloor \frac{q' N}{100} \right\rfloor$$

[0233] 图15呈现了经AL-FEC编码的PDU集合的最小(即,可能的最小字节数目)扩展报头1500的示例。示例扩展报头1500包括:八位字节(扩展报头长度,1530),其以4个字节为单位指示扩展报头的长度;半字节(nibble),其包含PDU集合序列号(PDU集合SN,1532),作为PDU集合标识符模块 2^4 ,针对每个PDU集合的序列号递增;另一半字节,其发信号通知在给定AL-FEC编码配置以及上述示例信令的情况下,用于PDU集合信息恢复的必要PDU的最小数目(最小 N -PDU,1534),其中 $q=10\%$ 被表示为“0000”并且 $q=100\%$ 被表示为“1111”,在其之间的值被表示为单调递增;针对PDU集合内的PDU中的每个PDU的7比特字段PDU序列号(PDU SN,1536);1比特字段,其指示针对PDU中的每个PDU的类型(T ,1538),例如,针对源PDU的“0”值以及针对修复PDU的“1”值;以及最后字节(下一扩展报头,1540),其发信号通知没有其他扩展报头跟随。在这种情况下,给定PDU集合内的PDU类型标记和PDU SN,PDU集合的AL-FEC的编码率是隐式的,而用于恢复经编码的PDU集合信息的必要PDU的最小数目的指示是被显式地发信号通知的。在图15的示例中,由10个PDU(其中6个源PDU和4个修复PDU)形成的PDU集合借助于每个PDU的GTP-U扩展报头被表示,如前所述。因此,在给定RaptorQ码的AL-FEC编码配置的情况下,用以以大于99.99%的确定性恢复PDU集合信息的必要PDU的最小数目为 $m=7$,该RaptorQ码具有编码 $id=6$ (即,对应于单序列源RTP流的RaptorQ)、 $T=1280$ 个字节的编码符号、以及最大长度为 $K_{\max}=50$ 个符号的源块。这映射到 $q'=70$,表示为“1001”作为半字节。

[0234] 在一些实施例中,与多个PDU集合相关联的AL-FEC编码配置信息通过控制平面机制被发信号通知以用于(例如,由一个或多个RAN端点)下游处理。在一个实施例中,AL-FEC编码配置信息部分地包含:编码方案;编码率;和/或在给定QoS规则集合的情况下,保证恢复ADU信息所需要的经编码的PDU集合中的PDU(即,修复PDU的任一源)的最小百分比。

[0235] AL-FEC编码配置信息由SMF通过AMF N2接口指示给RAN。在另一实施例中,针对与UL有关的经AL-FEC编码的PDU集合业务,相同信息由SMF通过AMF N1接口发信号通知给UE。在示例中,应用经由其AF向NEF和PCF指示:与用于将应用ADU编码为PDU集合的AL-FEC配置相关联的PFD业务描述符和QoS要求的对应集合。PCF生成PCC规则,并且利用QoS规则的对应集合来配置SMF,QoS规则的该对应集合包括与AL-FEC配置相对应的经编码的PDU集合中的PDU(即,源PDU或修复PDU)的最小百分比的指示,该PDU在给定应用的QoS要求的情况下需要

传输。

[0236] 考虑具有 $1e-2$ 的ADU错误率/PSER的QoS要求的应用的一个示例,该应用使用AL-FEC RaptorQ系统编码方案(例如,根据IETF RFC6681的编码方案 $id=6$)以将ADU编码为PDU集合,并且针对源块的任何 K 个源PDU具有经配置的冗余级别 $R\% \stackrel{\text{def}}{=} (N-K)/K$ 。这需要至少 $K+1$ 个PDU来恢复ADU信息,其中至少99.99%对应于QoS要求,并且因此,定义的QoS规则指示至少以下的百分比:

$$[0237] \quad \frac{K+1}{N} = \frac{1}{1+\frac{R\%}{100}} + \frac{1}{N}$$

[0238] 经编码的PDU集合中的任何 N 个PDU中的PDU满足应用的PSER QoS要求。

[0239] 图16图示了经AL-FEC编码的PDU集合中的PDU的RAN丢弃。图示了三个示例:(A)、(B)和(C)。在每个示例中,PDU集合1605包括多个源PDU 1615和多个修复PDU 1635。发送关于PDU中的一些PDU的确认(ACK)或否定确认(NACK)。经AL-FEC编码的PDU集合的确定、AL-FEC感知的相关联信令以及PDU集合元数据使能对下游处理的优化。在实施例中,后者信息由RAN节点处理,出于从PDU集合中丢弃一个或多个PDU的目的。RAN节点应用丢弃技术来通过阻止针对冗余(即,在接收器处可用的信息足以在给定AL-FEC编码的情况下恢复ADU信息,(A))或过时(即,仍然可以被发送的信息不足以在给定AL-FEC编码的情况下恢复ADU信息,(C))的PDU过度供应资源来优化无线电资源分配。

[0240] 在一个实施例中,RAN节点借助于控制平面信令或者借助于数据平面信令被指示具有AL-FEC配置。在一个示例中,控制平面信令包括AMF N2接口,该AMF N2接口用于向RAN中继SMF确定的PFD规则以及与被应用于应用PDU集合的相关联业务的AL-FEC编码配置相关联的QoS规则。在这种情况下,AF向NEF/PFDF API指示与特定AL-FEC配置相关联的PFD集合,该特定AL-FEC配置随后由PFD管理过程经由SMF来管理。此外,AF向PCF指示与经AL-FEC编码的业务相关联的QoS要求,并且PCF为SMF配置后续QoS规则。该控制平面信令路径在图11中针对PFD规则被指示为虚线并且针对QoS规则被指示为实线。

[0241] 在另一示例中,数据平面被利用,其中PDU集合所包括的元数据被包括在携带关于AL-FEC的信息的GTP-U扩展报头内。因此,这种隐式数据平面信令由RAN使用以获取AL-FEC编码配置信息,并且同时确定PDU集合边界。结果,RAN变得知道AL-FEC和经AL-FEC编码的PDU集合两者,并且在一些实施例中,RAN利用控制平面信令过程或数据平面信令过程中的至少一项而被发信号通知

[0242] 在给定一定数目的编码符号和/或分组从码字或等效的经编码的源块中丢失的情况下,由于AL-FEC编码充当分组擦除码,其很多适用的编码方案(例如,Raptor/RaptorQ码、MDS码、Reed-Solomon码、1D/2D灵活奇偶校验码等)提供关于信息恢复的性能分析边界(analytic bound)。

[0243] 例如,已知Reed-Solomon码针对包含 k 个信息符号的长度为 n 个符号的码,可以校正多达 $t=n-k$ 个编码符号的擦除,其中 t 个擦除的位置已知。该边界在实践中是可实现的,其中序列编号通常用于定位编码符号的预期擦除。另一示例是 $GF(2^8)$ 上的RaptorQ码的情况(例如,参见IETF RFC 6330),其中保证该码基于任何 $K+h$ 个编码符号(即,源符号或修复符号)以以下近似概率恢复 K 个编码符号的源块的原始信息

$$[0244] \quad 1 - \frac{1}{2^{8*(h+1)}}$$

[0245] 因此,在总共N个RaptorQ GF(2⁸)个经编码的符号中,K+1个符号平均足以以高于99.99%的概率恢复原始源块信息。

[0246] 在一些实施例中,AL-FEC配置参数(诸如AL-FEC编码方案(例如,Raptor/RaptorQ、Reed-Solomon)、AL-FEC编码率(例如,针对源块尺寸的总经编码的符号数目/PDU数目、源符号数目/PDU数目、和/或修复符号数目/PDU数目))与PDU集合流的QoS流要求(例如,分组错误率(PER)和/或PDU集合错误率(PSER))一起使用,以确定经编码的PDU集合中将被必要地正确发送的PDU的最小数目。给定AL-FEC,针对将在接收器应用侧以一定的高恢复概率恢复的经编码的PDU集合ADU信息,最小数目的PDU是必要的。在一些示例中,该恢复概率被设置为匹配或超过与PDU集合的QoS流相关联的PER或PSER要求的倒数值。从信息理论的角度来看,接收器处的成功恢复指示PDU集合传输成功,尽管属于PDU集合的一些PDU未被接收到。

[0247] 此外,在很多实施例中,所使用的AL-FEC是系统码,使得编码输出生成与代码的源PDU输入相同的源经编码的PDU。这保证了确切的恢复,例如,源PDU全部被正确接收,但没有一个修复PDU未被正确接收。

[0248] 因此,被部分地指示具有AL-FEC配置、经编码的PDU集合及其源PDU子集和修复PDU子集、以及用于ADU信息恢复的将被成功接收的最小必要PDU的阈值的RAN能够确定用以丢弃经编码的PDU集合中的PDU以用于优化无线电资源分配和进一步系统容量增加的策略。在一些实施例中,考虑RAN,其根据RFC 6681在单序列流编码模式下通过RaptorQ码接收经AL-FEC编码的PDU集合(例如,经由GTP-U被隧道传输的UDP/IP封装的RTP分组),其中编码符号尺寸为T=1420字节,最大源块长度K_{max}=50。

[0249] 在一个示例中,RAN进一步被发信号通知:与PDU集合相关联的QoS流需要1e-2的PER和/或1e-2的PSER具有10ms的PDB。在这样的情况下,RAN由高层发信号通知、或基于这些参数来确定:针对由10个PDU组成的PDU集合,其中的6个PDU对应于源PDU并且4个PDU对应于修复PDU(即,编码率为0.6,或者备选地,冗余级别为66.67%),被成功发送的任何7个经编码的PDU满足PER/PSER要求。在这种情况下,7是需要被发送以满足相关联流的QoS要求的最小必要PDU(即,源或修复的任何PDU)的阈值。另一方面,给定所使用的系统编码方案,RAN还能够确定,如果6个源PDU被成功发送,则修复PDU在接收器处不需要并且可以被丢弃。如本文中使用的,1e-2表示10⁻²。

[0250] 因此,以下实施例概述了三个示例策略,该三个示例策略描述了在给定经AL-FEC编码的PDU集合的情况下的RAN的丢弃行为。针对后续内容,考虑由先前示例确定设置的上下文,该先前示例确定7作为用于RaptorQ(K_{max}=50,T=1420)系统码的AL-FEC编码配置、以及10个PDU的经编码PDU集合的最小必要PDU的阈值,该经编码PDU集合由第一子集的6个源PDU以及第二子集的4个修复PDU组成。

[0251] 在一个实施例中,如果经编码的PDU集合的所有源PDU 1615已经被成功发送到UE,则RAN决定丢弃经AL-FEC编码的PDU集合1605的修复PDU。为此,UE借助于反馈确认来指示源PDU 1615的成功传输,或者通过L1处的HARQ或者通过L2处的ARQ(例如,通过RLC状态报告)。针对所考虑的示例,这在图16(A)中被图示。由于在由RAN摄取和/或调度4个修复PDU 1635

时,6个源PDU已经被ACK 1625,例如,给定AL-FEC编码的修复窗口,可以丢弃4个修复PDU,而没有对用于应用的ADU级别的信息的任何丢失。

[0252] 在一些实施例中,用于恢复完整ADU信息的最小必要PDU(作为源PDU 1615或修复PDU 1635)的RAN阈值用于确定给定PDU子集已经被发送到UE的情况下将被丢弃的PDU数目。在这样的实施例中,最小必要PDU的RAN阈值借助于由上层以比特字段表示的方式向RAN发信号通知最小必要PDU的阈值来确定,或者在给定QoS流的AL-FEC编码配置和PDU集合元数据信息的情况下借助于RAN侧确定来确定。为此,UE借助于反馈确认/否定确认1625指示已经被发送的PDU的传输状态,或者通过L1处的HARQ或者通过L2处的ARQ(例如,通过RLC状态报告)。

[0253] 在一个实施例中,如果至少阈值的最小必要PDU的先前子集已经被成功发送,则RAN决定从经编码的PDU集合中丢弃PDU(源PDU或修复PDU)的剩余子集。在图16(B)的示例中,#0、#1、#2、#3、#4源PDU 1615被ACK,而#5被NACK并且其PDB到期。因此,RAN调度随后被ACK的#6和#7PDU(即,修复PDU 1635),并且当7个PDU被成功发送到UE时,该RAN丢弃对另外的修复PDU的处理,该7个PDU与以平均超过99.99%的概率恢复ADU信息并且因此满足 $1e-2$ PSER的QoS要求的最小必要PDU的阈值相匹配。

[0254] 在第二实施例中,如果大于PDU集合中的PDU的总数目减去最小必要PDU的阈值的先前子集已经未成功发送(即,PDU已经被NACK并且PDU PDB到期),则RAN决定从经编码的PDU集合中丢弃任何剩余PDU(源PDU或修复PDU)子集。在图16(C)的示例中,#0、#1、#2、#3、#4源PDU被NACK,而#5被ACK。然而,剩余的4个修复PDU 1635即使在给定与所需要的QoS PSER以及所应用的AL-FEC编码方案相对应的所确定为7的最小必要PDU的阈值的情况下被成功发送,剩余的4个修复PDU 1635也无法成功恢复ADU信息。因此,在该示例中,该4个修复PDU也由RAN丢弃。

[0255] 在实施例中,在UE针对应用执行经AL-FEC编码的PDU集合的UL传输时,执行被应用于RAN的相同丢弃过程和策略。在该实施例中,UE执行分组过滤以确定PDU集合并且获取必要的AL-FEC感知,并且该UE由应用指示将被成功发送以用于ADU信息恢复的经编码的PDU集合中的必要PDU的最小阈值,或者在给定该UE对AL-FEC编码配置和PDU集合的感知的情况下确定必要PDU的这种最小阈值。

[0256] 在一些实施例中,对PDU集合中的PDU的RAN和/或UE丢弃对应于停止对用于被丢弃的PDU的传输操作的第2层/第1层处理。

[0257] 具体地,在一些示例中,这暗示以下中的至少一项:

[0258] • 停止缓冲PDU集合的传入PDU;

[0259] • 停止调度无线电资源,例如,时隙、频率载波和/或空间层,和/或停止针对PDU集合中的一个或多个PDU配置授权;

[0260] • 停止对经编码的PDU集合中的一个或多个PDU进行分组化以用于无线电传输,例如,PDCP处理、RLC处理、TB封装和逻辑信道复用;

[0261] • 停止处理自动重传请求确认/混合自动重传请求确认的反馈过程;

[0262] • 停止处理物理层前向纠错编码、层映射、调制和物理信道空中传输过程;

[0263] • 发信号通知缓冲状态报告(BSR)(例如,由UE在UL中),以指示后续的丢弃并且更新缓冲状态;以及

[0264] • 进入较低功率节省模式(例如,在UE处)或选择更高效的不连续接收(DRX)配置(例如,UE在给定RAN发信号通知的可用DRX配置集合的情况下选择更高效的DRX配置)。

[0265] 在一个实施例中,RAN还可以通过指示标记(该指示标记向UE通知不再期望接收PDU集合中的PDU子集)向UE发信号通知对属于PDU集合的PDU子集的丢弃。因此,UE被通知并且因此可以将其PDU集合接收操作同步到gNB,对经编码的PDU集合中的传送PDU执行AL-FEC解码,并且执行任何UE特定优化。这样的UE特定优化可以包括:进入较低功率状态、刷新接收缓冲状态、释放HARQ过程等。类似地,在另一实施例中,UE可以向RAN指示停止用于PDU集合的UL传输。在接收到指示之后,RAN将针对上行链路ADU信息的AL-FEC解码以及针对RAN无线电发送接收优化执行相同操作。

[0266] 图17图示了无线通信网络的用户设备装置中的方法1700。方法1700包括接收1710协议数据单元(PDU)集合中的PDU子集,该PDU集合对应于经编码的应用数据单元(ADU)以及应用级别前向纠错(AL-FEC)编码配置,其中经编码的ADU的编码基于该AL-FEC编码配置。方法1700还包括响应于所接收的PDU而发送1720递送确认,以及接收1730没有属于PDU集合的另外PDU将被发送的指示。方法1700还包括基于所接收的AL-FEC编码配置以及所接收的PDU子集,处理1740对经编码的ADU的解码。

[0267] 递送确认可以包括混合自动重传请求确认或自动重传请求确认。递送确认的性质可以包括递送已确认、或递送未确认。没有属于PDU集合的另外PDU将被发送的指示可以包括停止指示。没有属于PDU集合的另外PDU将被发送的指示可以基于所发送的递送确认以及由发送PDU的发送节点确定的停止准则。在停止指示被接收到之后,在给定用于由发送器编码的AL-FEC编码配置的情况下,可以使用从PDU集合中具有被确认递送的接收PDU来对经编码的ADU信息进行解码。在一个实施例中,成功接收的信息足以恢复ADU。在另一实施例中,成功接收的信息不足以恢复ADU。

[0268] 用户设备被布置为从无线通信网络接收传输。传输可以由基站发送。传输可以由基站的发送器发送。

[0269] 还提供了一种用于与无线通信网络进行通信的用户设备装置,该用户设备装置包括接收器、发送器和处理器。该接收器被布置为接收协议数据单元(PDU)集合中的PDU子集,该PDU集合对应于经编码的应用数据单元(ADU)以及应用级别前向纠错(AL-FEC)编码配置,其中经编码的ADU的编码基于AL-FEC编码配置。该发送器被布置为响应于所接收的PDU而发送递送确认。该接收器还被布置为接收没有属于PDU集合的另外PDU将被发送的指示。该处理器被布置为基于所接收的AL-FEC编码配置以及所接收的PDU子集,对经编码的ADU进行解码。

[0270] 本文中公开了一种用于基于AL-FEC和PDU集合感知来触发经AL-FEC编码的PDU集合中的PDU的RAN级别丢弃的方法。针对所提出的适用于不必要PDU的方法,呈现了用于丢弃经AL-FEC编码的PDU集合中的PDU的三个示例或总体策略。不必要PDU可以从经AL-FEC编码的PDU集合中被丢弃。例如,接收器可能已经接收到足够的分组来解码期望ADU信息,因此任何其他PDU都是冗余的。备选地,由于已经发生了太多的PDU擦除(或传输丢失),接收器可能无法再恢复由PDU集合编码的期望ADU信息。

[0271] 应当注意,上述方法和装置说明而非限制本发明,并且本领域技术人员将能够在不脱离所附权利要求的范围的情况下设计很多备选布置。词语“包括”不排除除了权利要求

中列出的元素或步骤之外的元素或步骤的存在,“一个”或“一种”不排除多个,并且单个处理器或其他单元可以满足权利要求中所述的若干单元的功能。权利要求中的任何附图标记不应当被解释为限制其范围。

[0272] 此外,虽然已经在特定通信标准和应用类型的上下文中给出了示例,但这些示例并不旨在限制所公开的方法和装置可以应用的通信标准和应用类型。例如,虽然已经在3GPP的上下文中给出了具体示例,但是本文中公开的原理也可以被应用于另一无线通信系统,并且实际上被应用于使用路由规则的任何通信系统。实际上,本文中所描述的方法和装置不仅适用于XR应用,而且可以用于通过RTP等被提供服务并且使用PDU集合的任何AL-FEC编码应用。

[0273] 该方法也可以被体现在存储在计算机可读介质上的指令集合中,该指令集合在被加载到计算机处理器、数字信号处理器(DSP)等中时使得处理器执行上述方法。

[0274] 所描述的方法和装置可以以其他特定形式来实践。所描述的方法和装置在所有方面仅被认为是说明性的而非限制性的。因此,本发明的范围由所附权利要求而不是由前述描述来指示。在权利要求的含义和等效范围内的所有变化都应当被包括在其范围内。

[0275] 以下缩写与本文档所涉及的领域相关:3GPP,第三代合作伙伴计划;5G,第五代;5GS、5G系统;5QI,5G QoS标识符;ADU,应用数据单元;AF,应用功能;AMF,接入和移动性功能;AR,增强现实;ARQ,自动重传请求;DL,下行链路;FEC,前向纠错;AL-FEC,应用层前向纠错;FECFRAME,前向纠错框架;HARQ,混合自动重传请求;NAL,网络抽象层;NEF,网络暴露功能;PCF,策略控制功能;PDU,协议数据单元;PFD,分组流描述;PFDF,分组流描述功能;PPS,图片参数集合;QoE,体验质量;QoS,服务质量;RAN,无线电接入网;RTCP,实时控制协议;RTP,实时协议;SDAP,服务数据适配协议;SMF,会话管理功能;SRTCP,安全实时控制协议;SRTP,安全实时协议;UE,用户设备;UL,上行链路;UPF,用户平面功能;VCL,视频编码层;VMAF,视频多方法评价功能;VPS,视频参数集合;VR,虚拟现实;XR,扩展现实;XR AS,XR应用服务器;以及XRM,XR媒体。

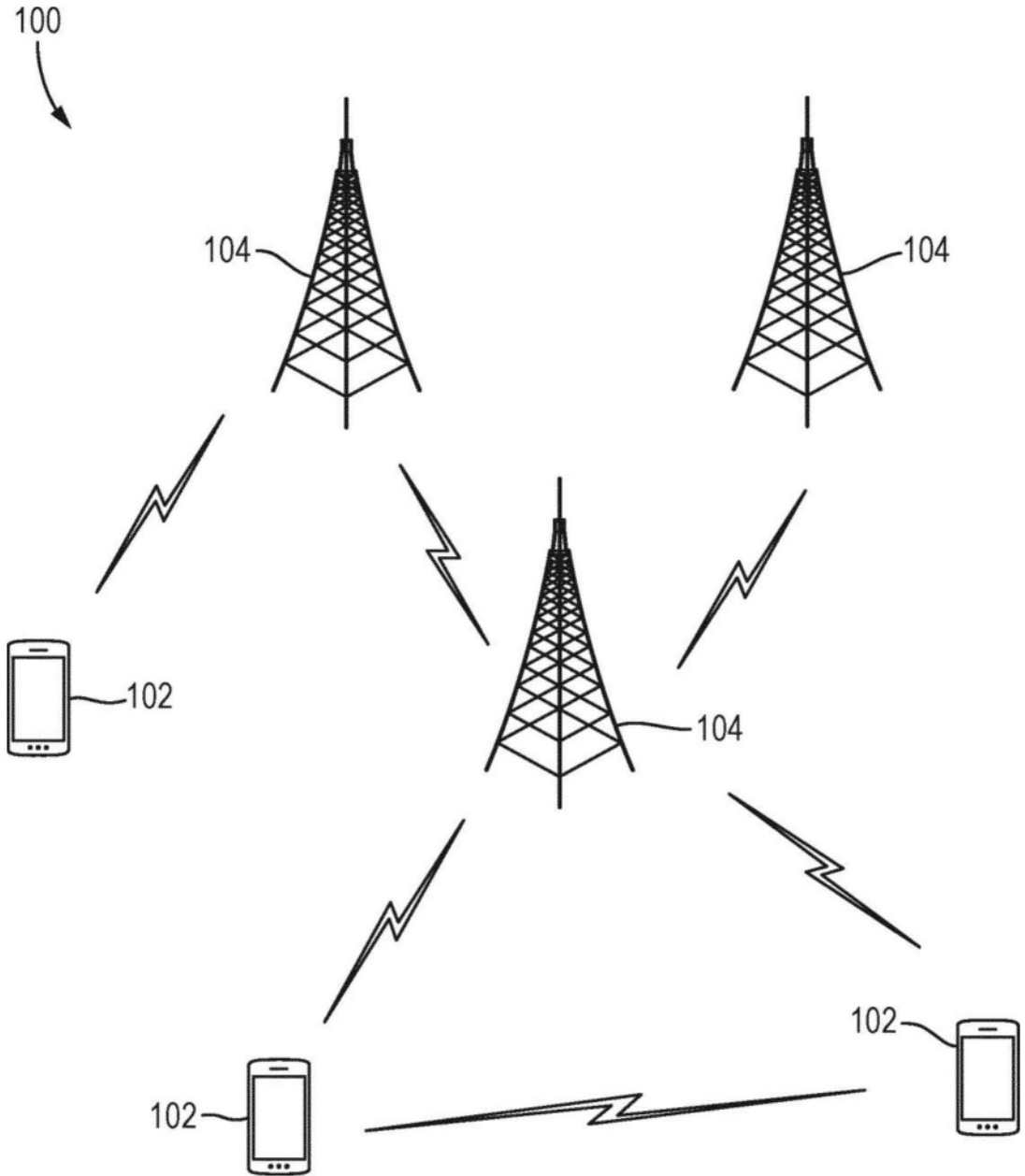


图1

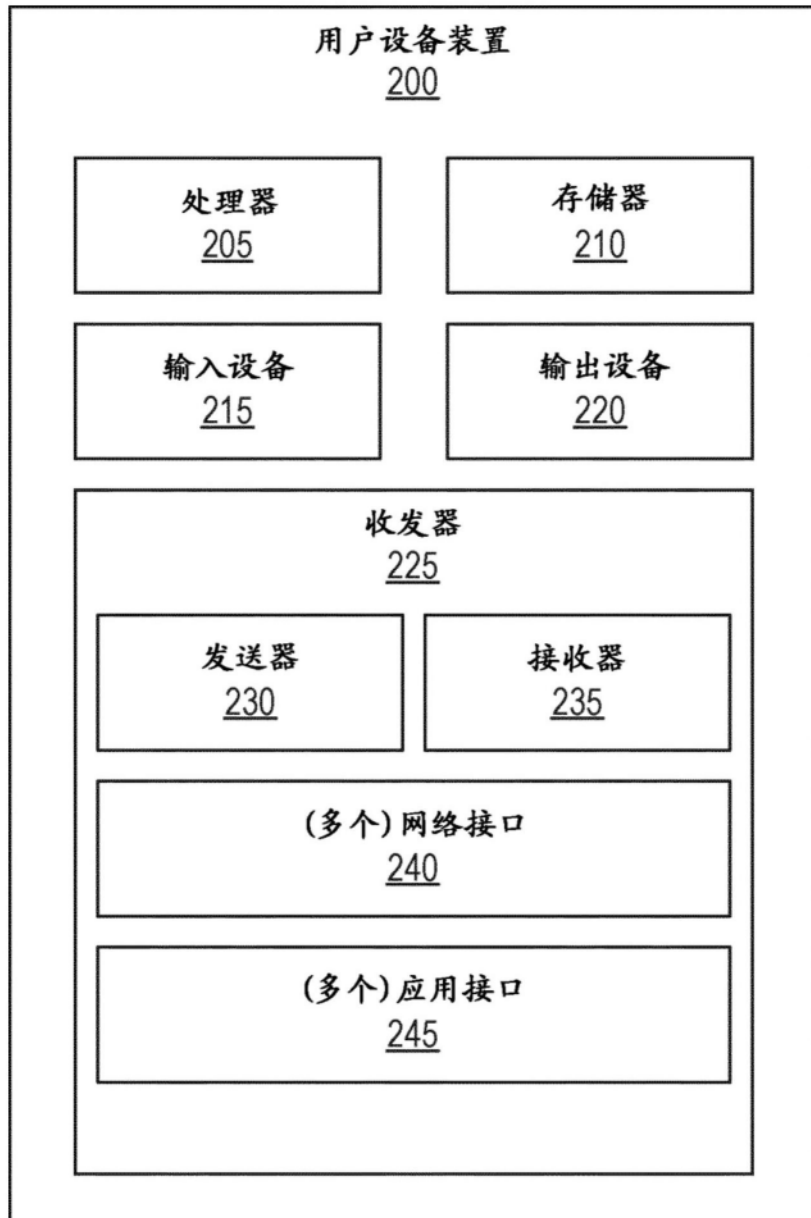


图2

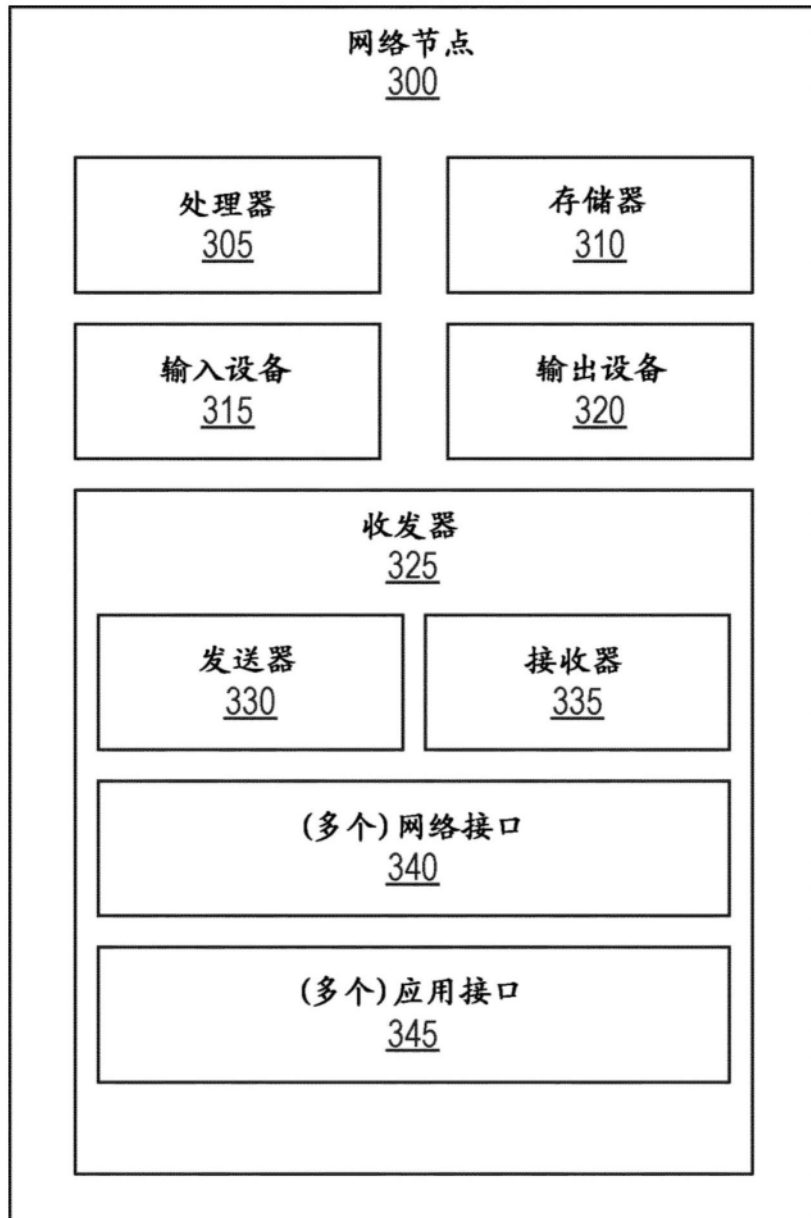


图3

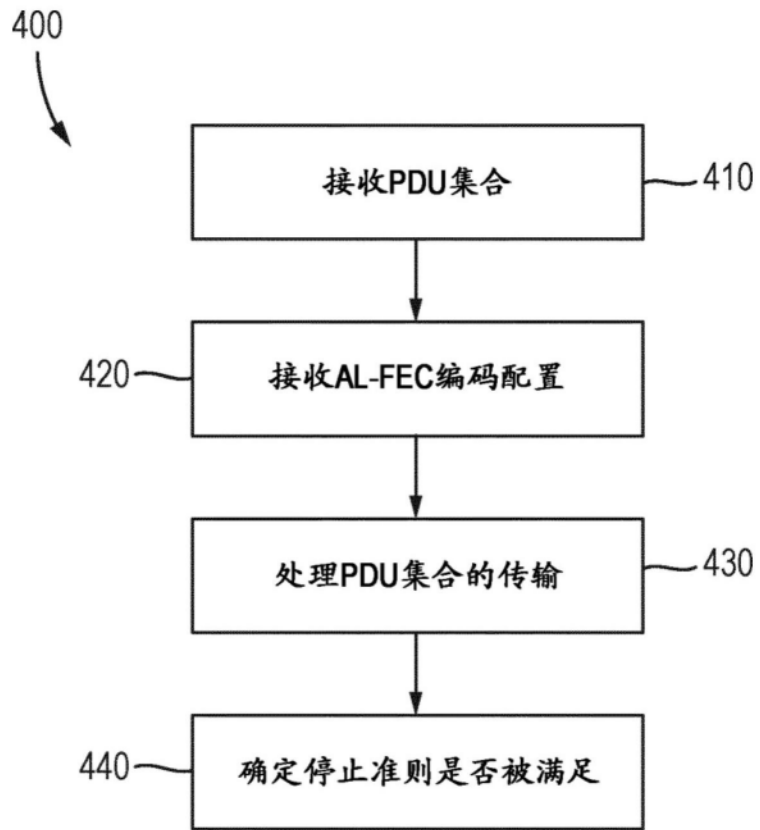


图4

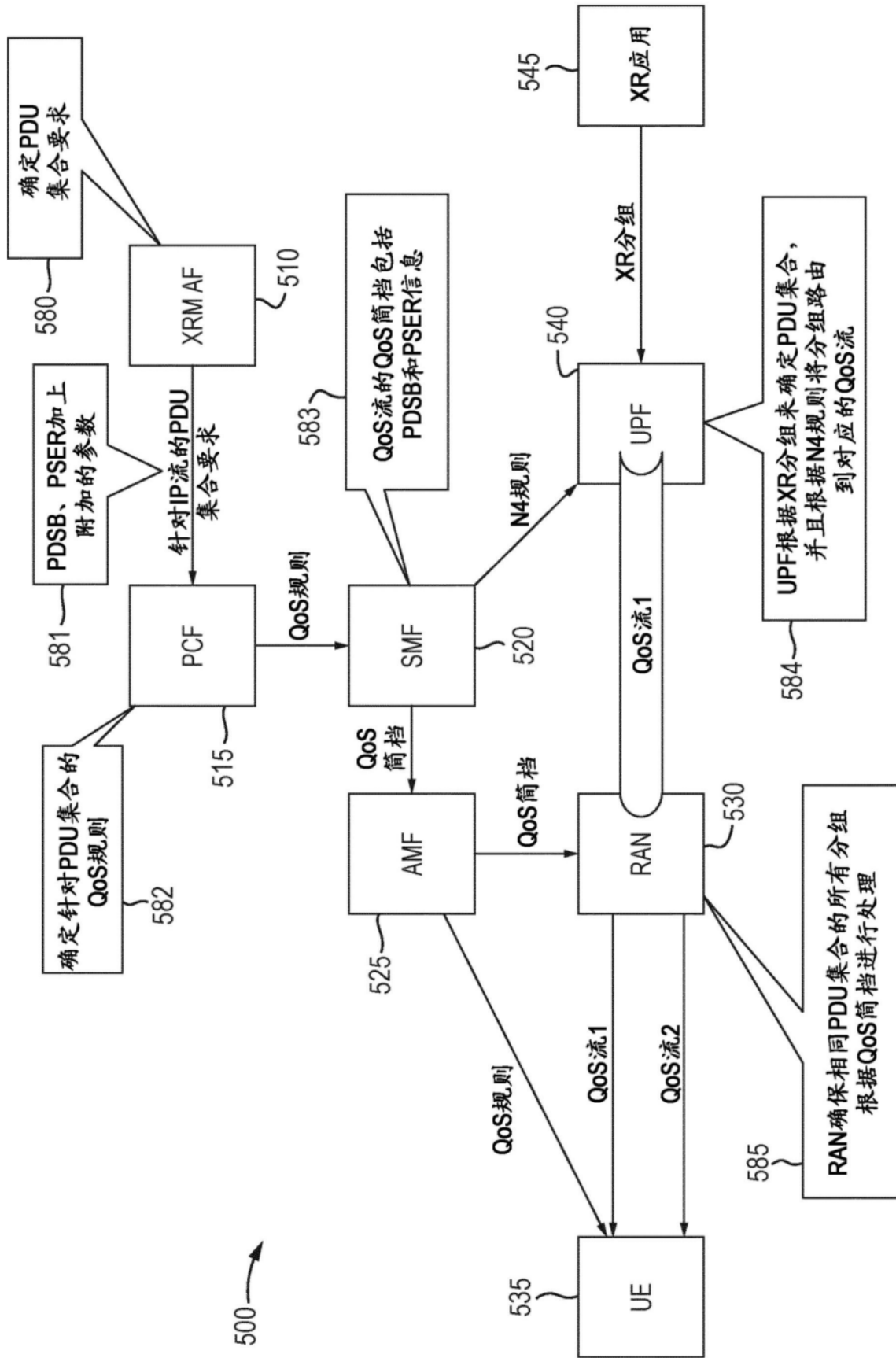


图5

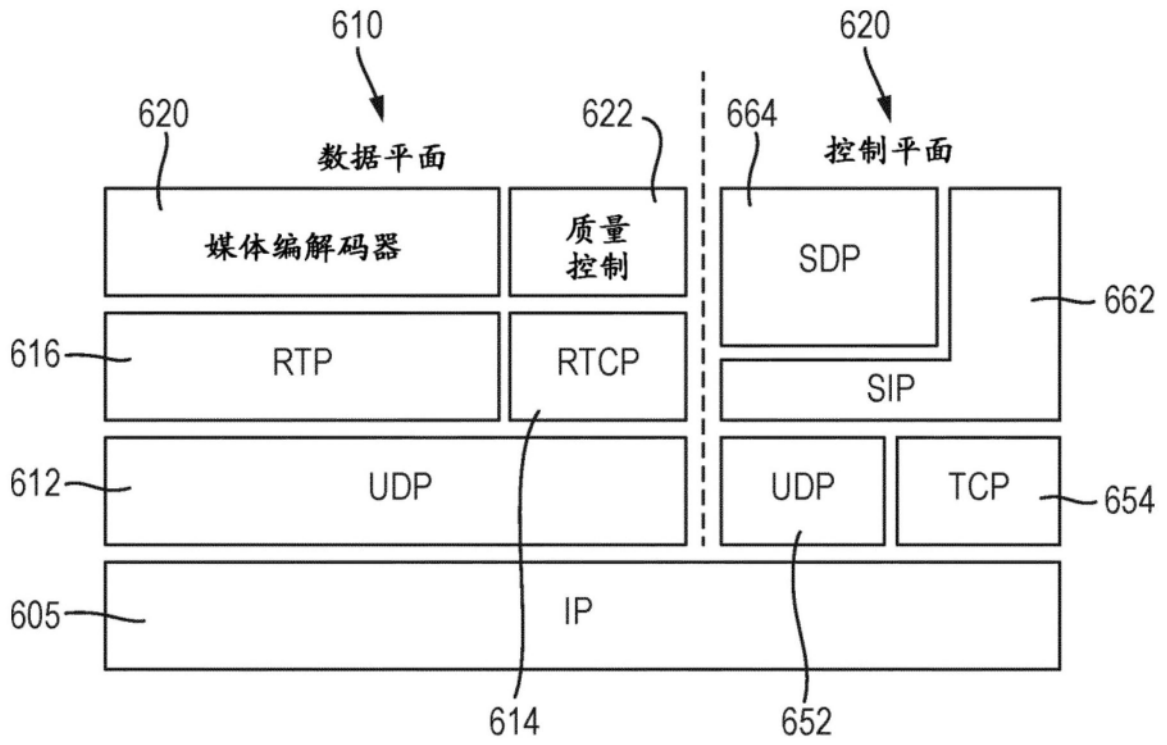


图6

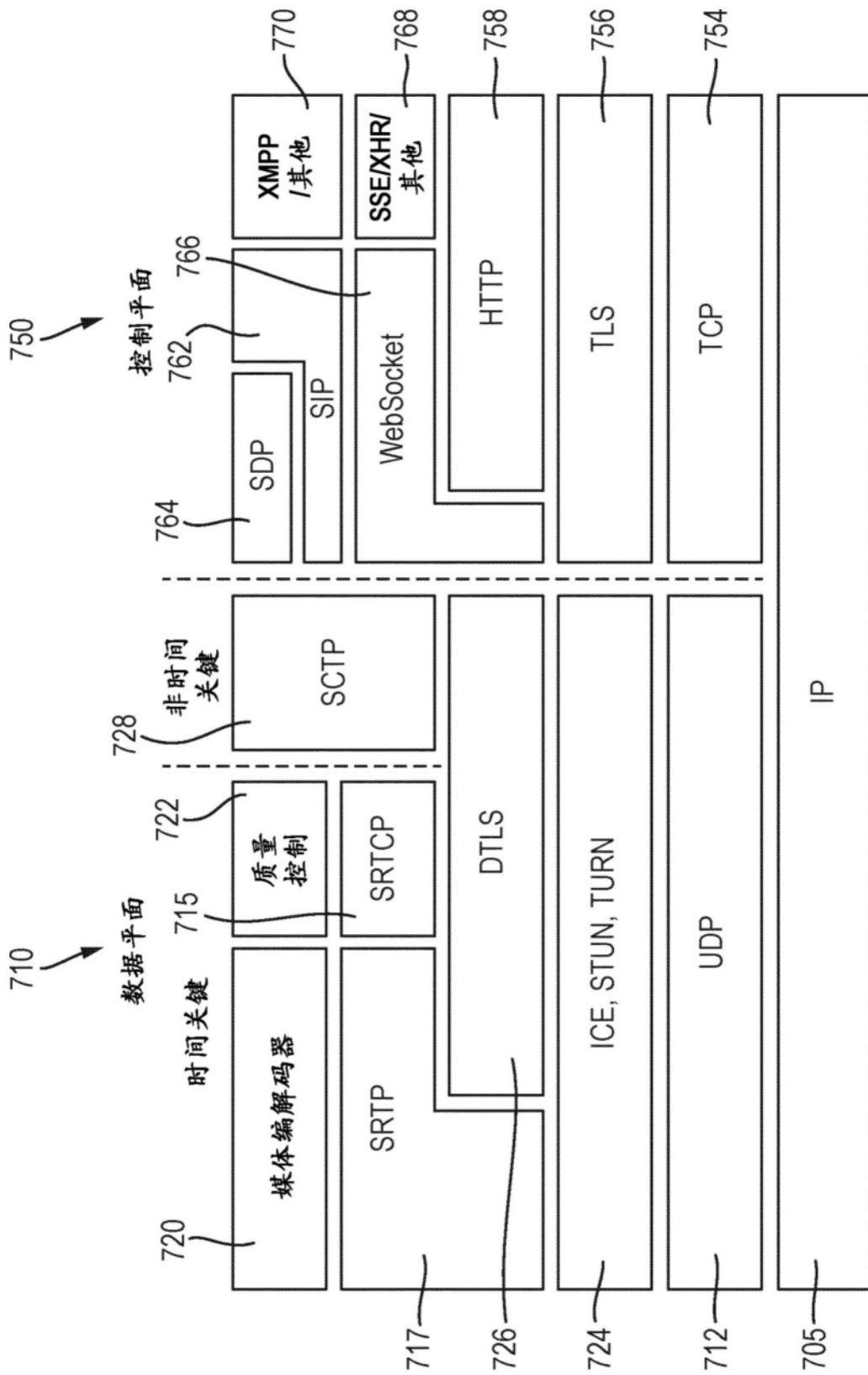


图7

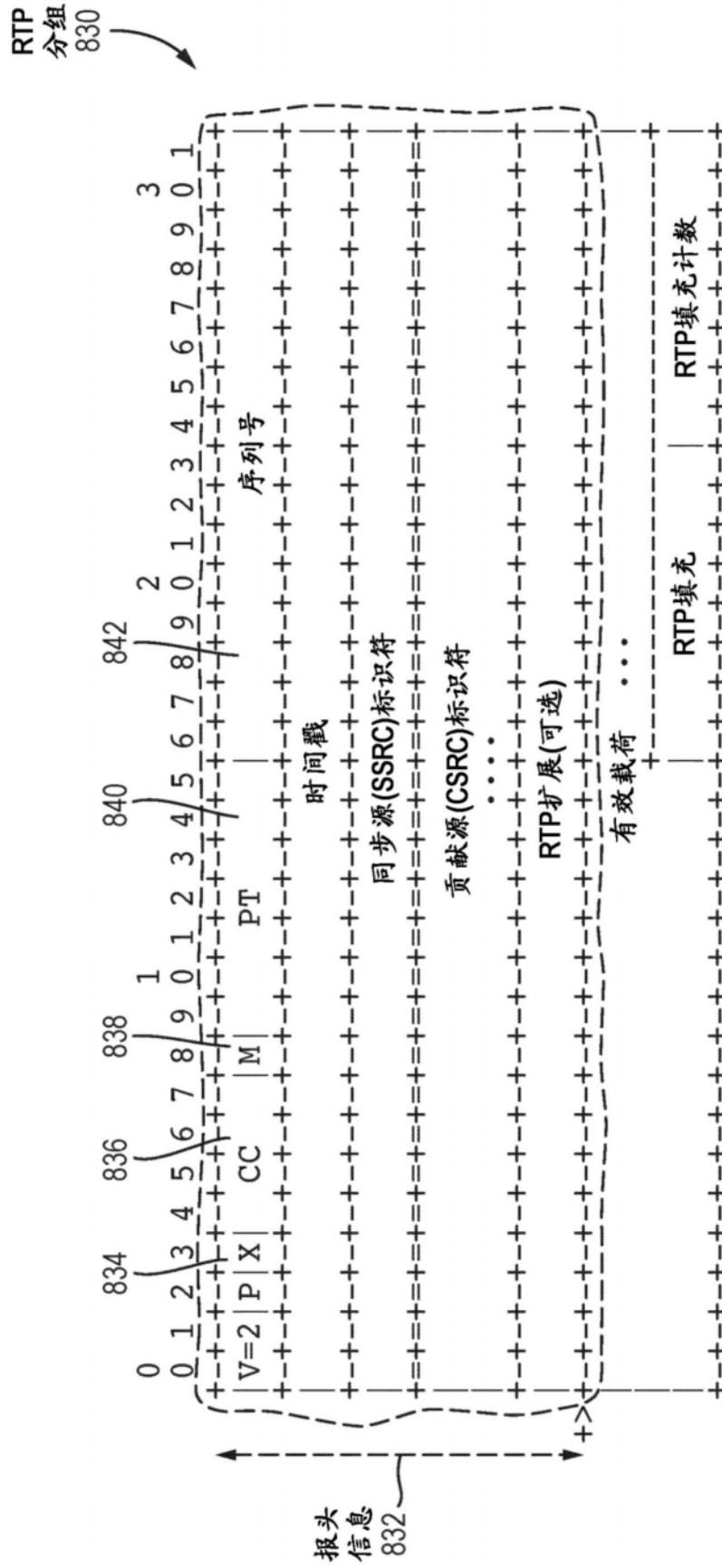


图8

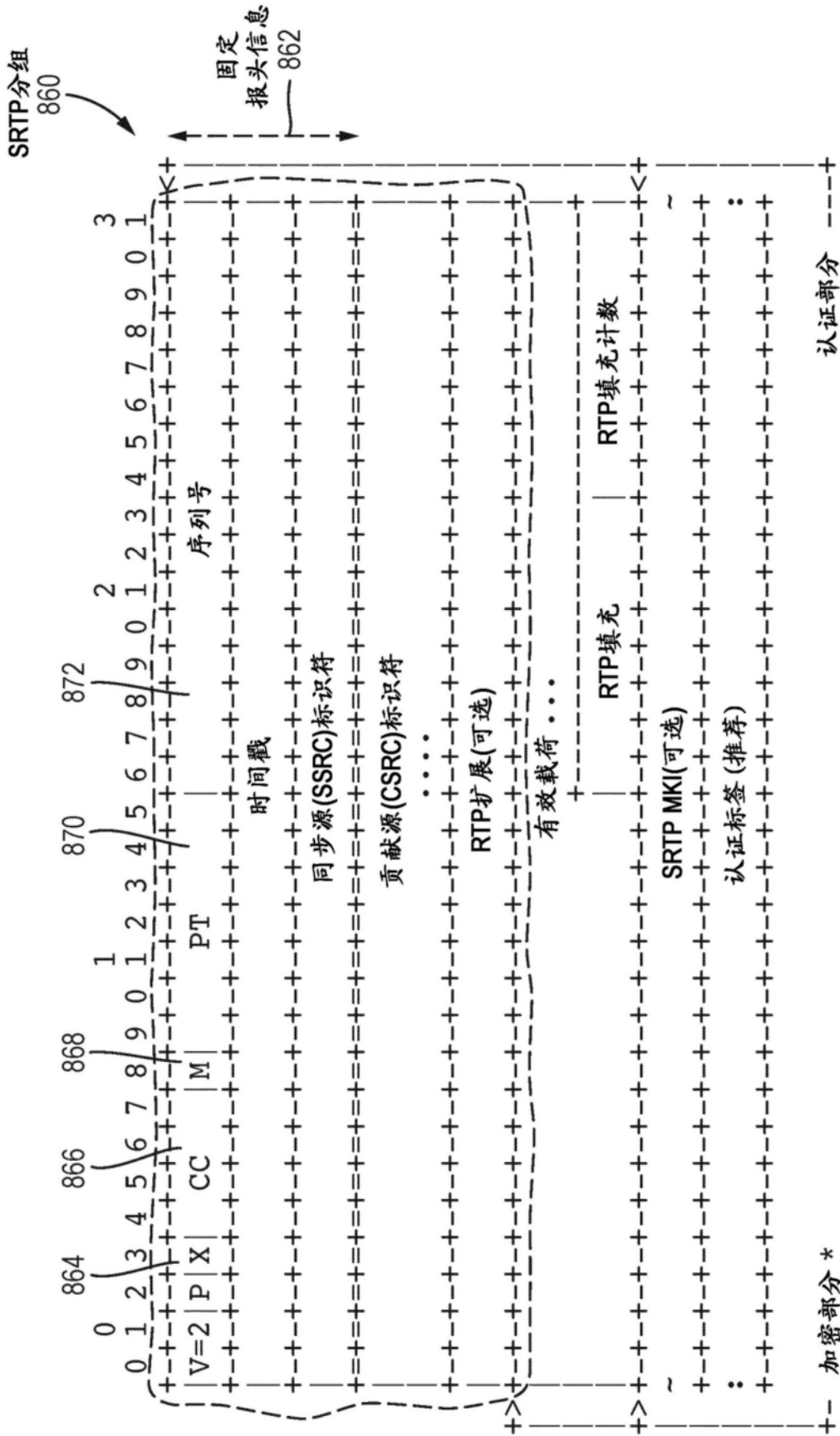


图8(继续)

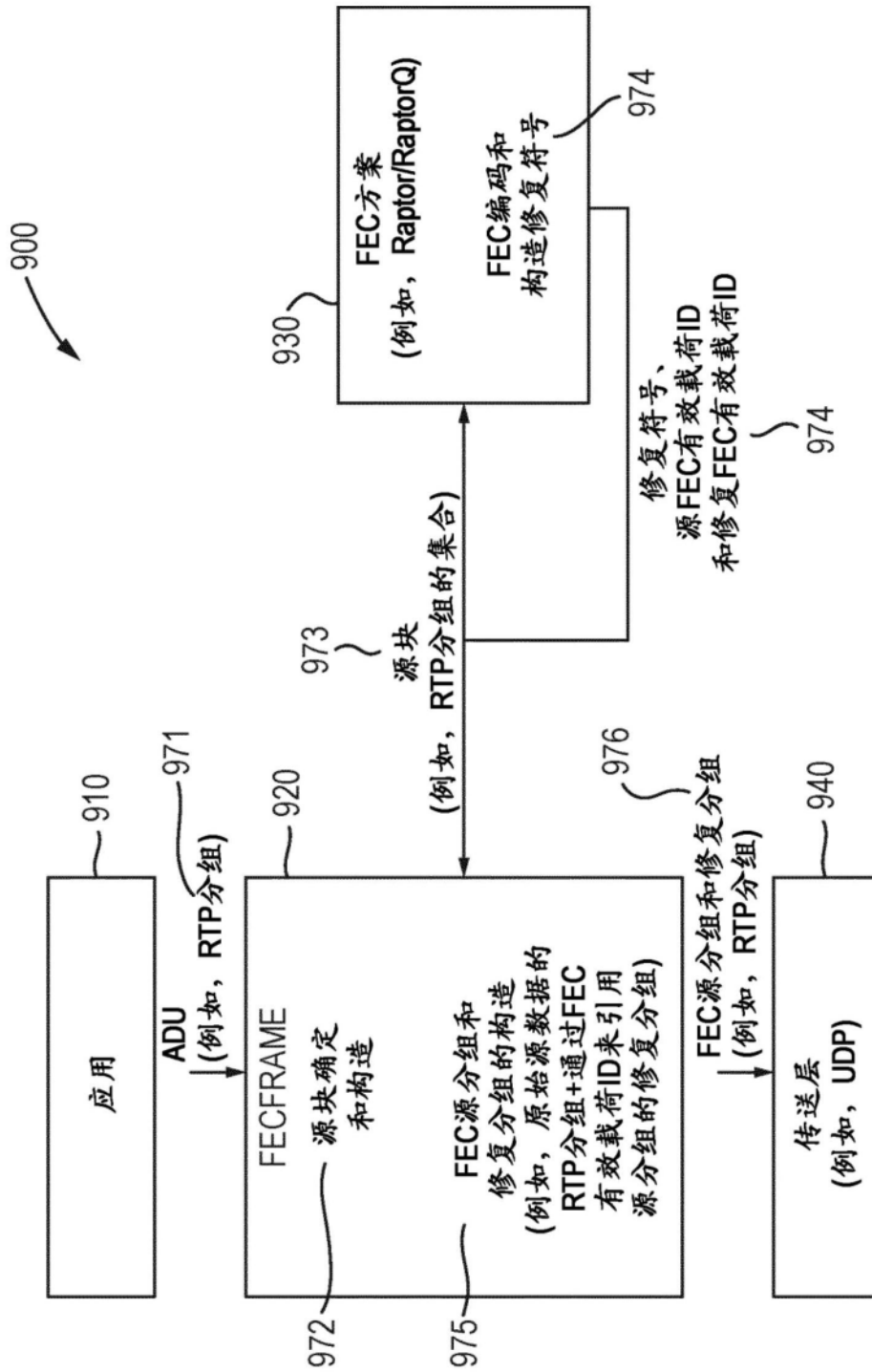


图9

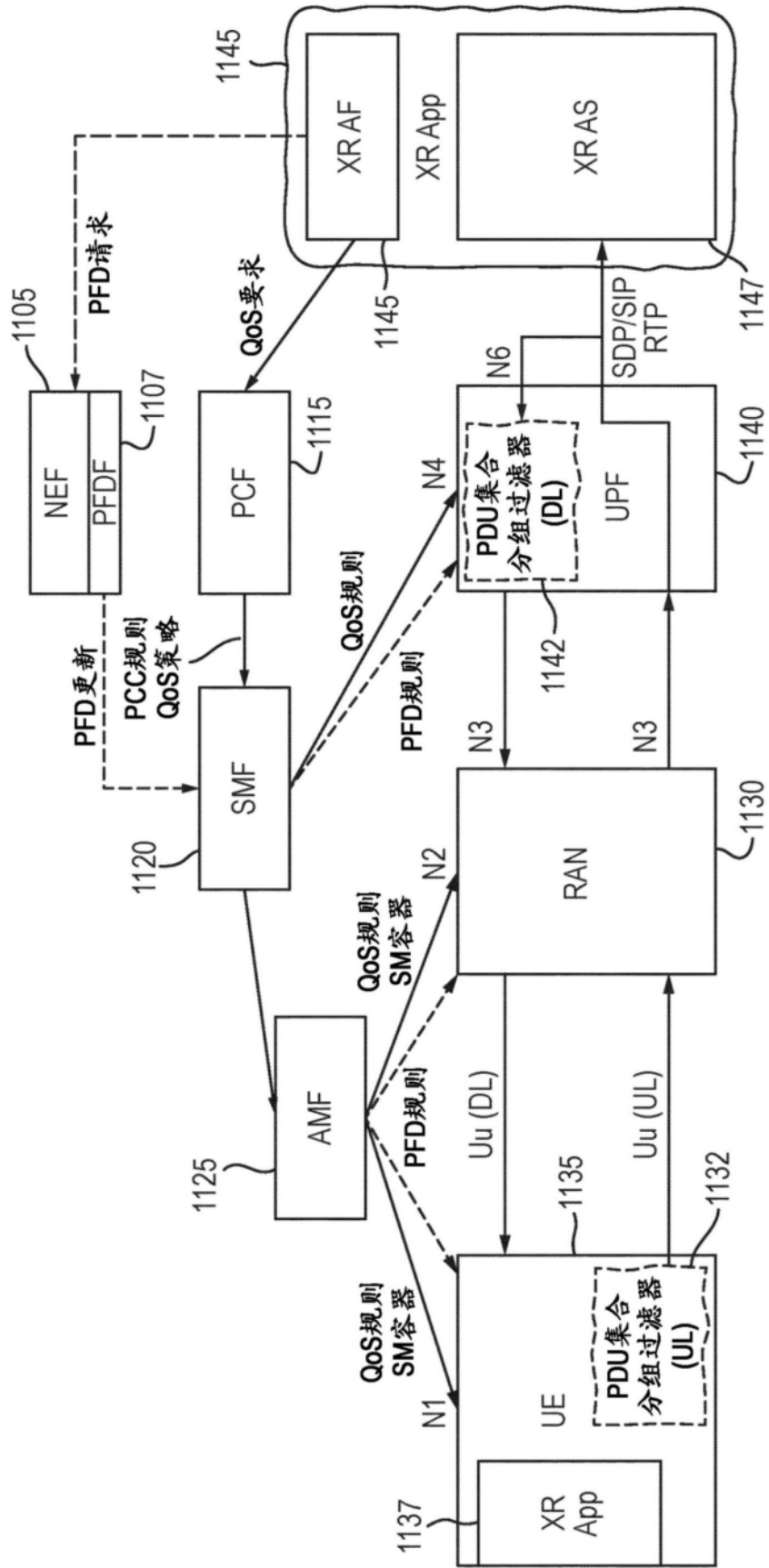


图11

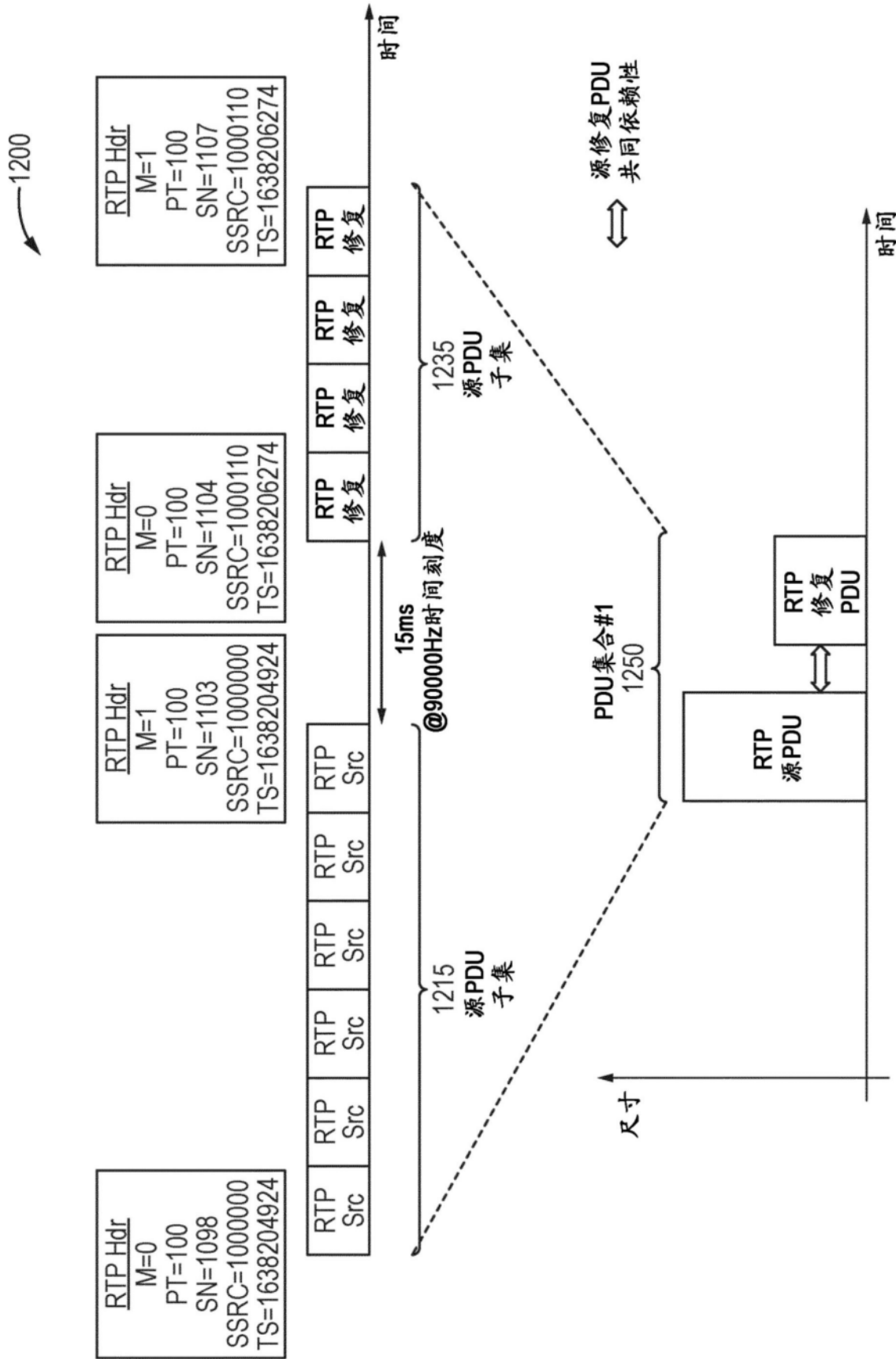


图12

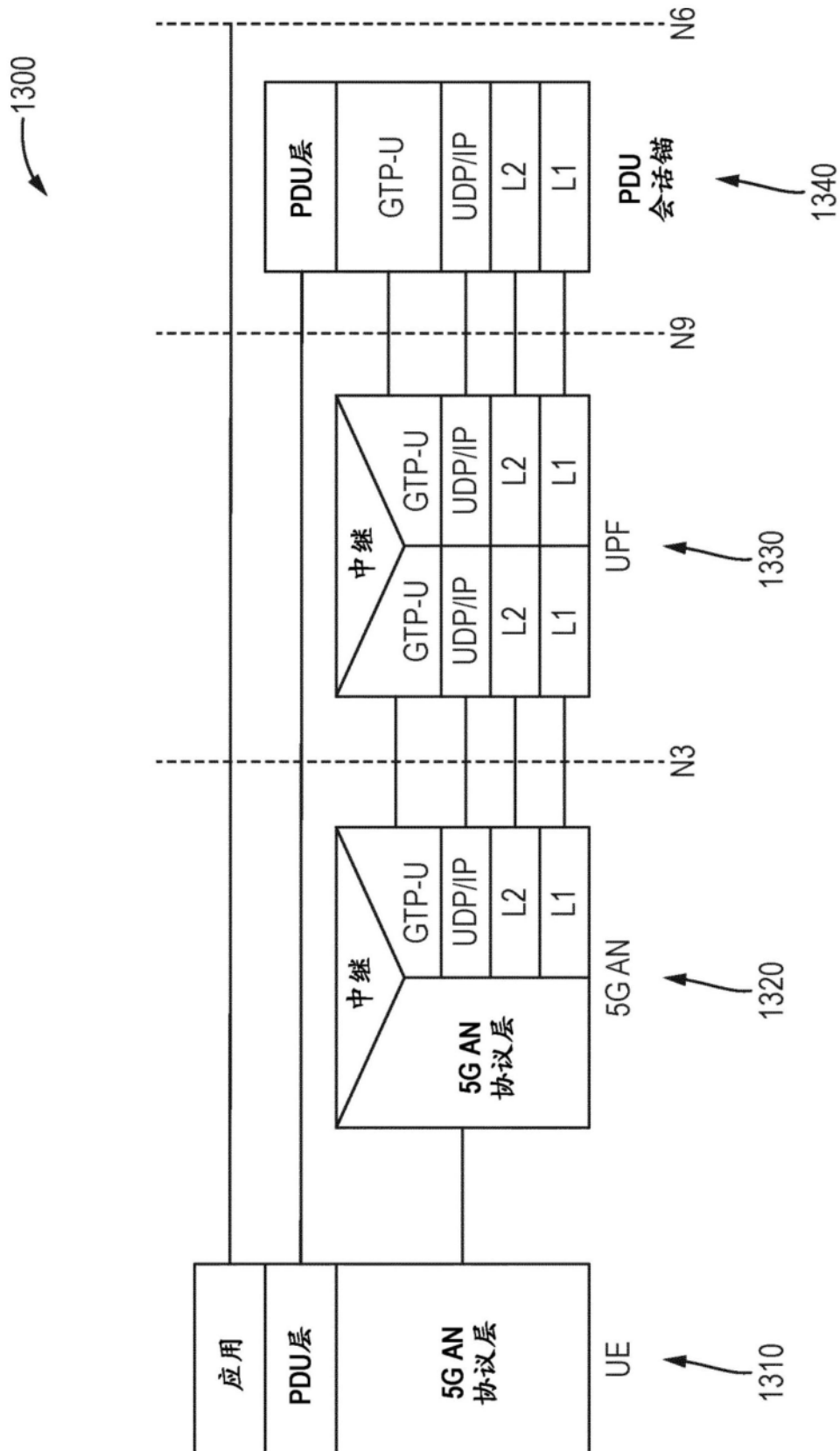


图13

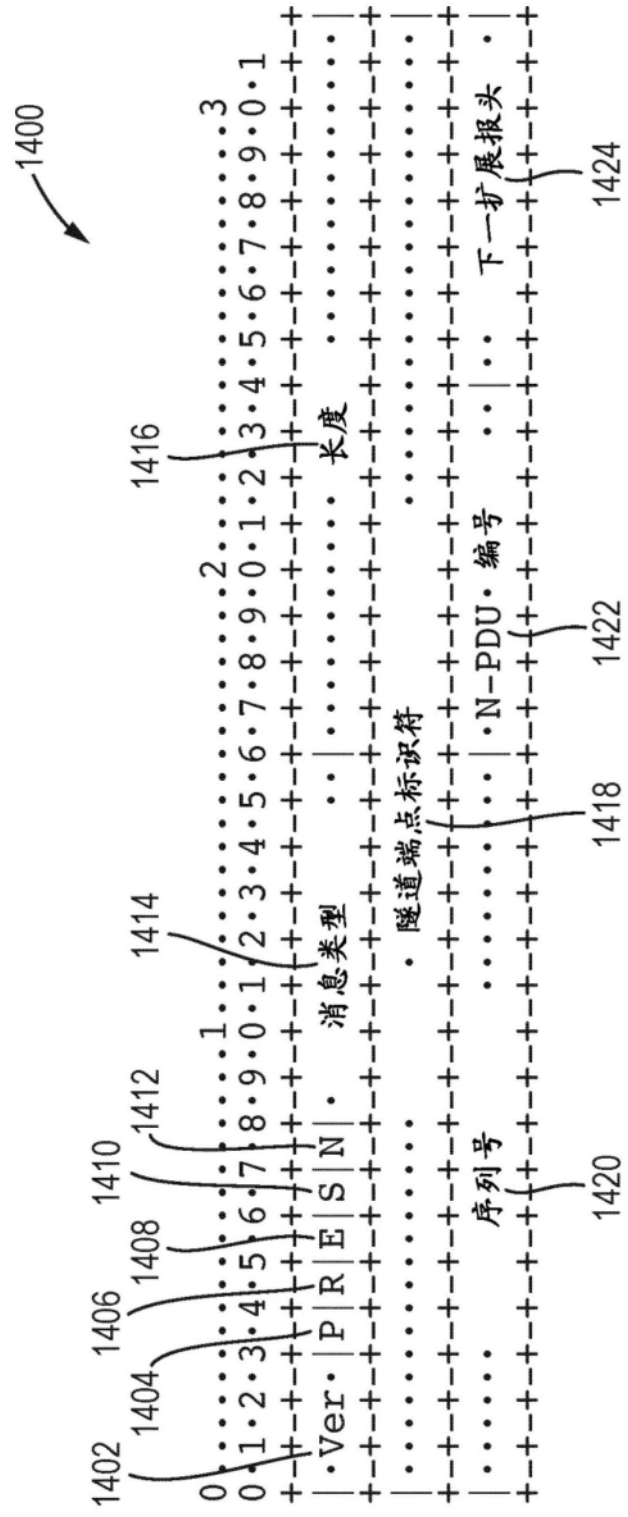


图14

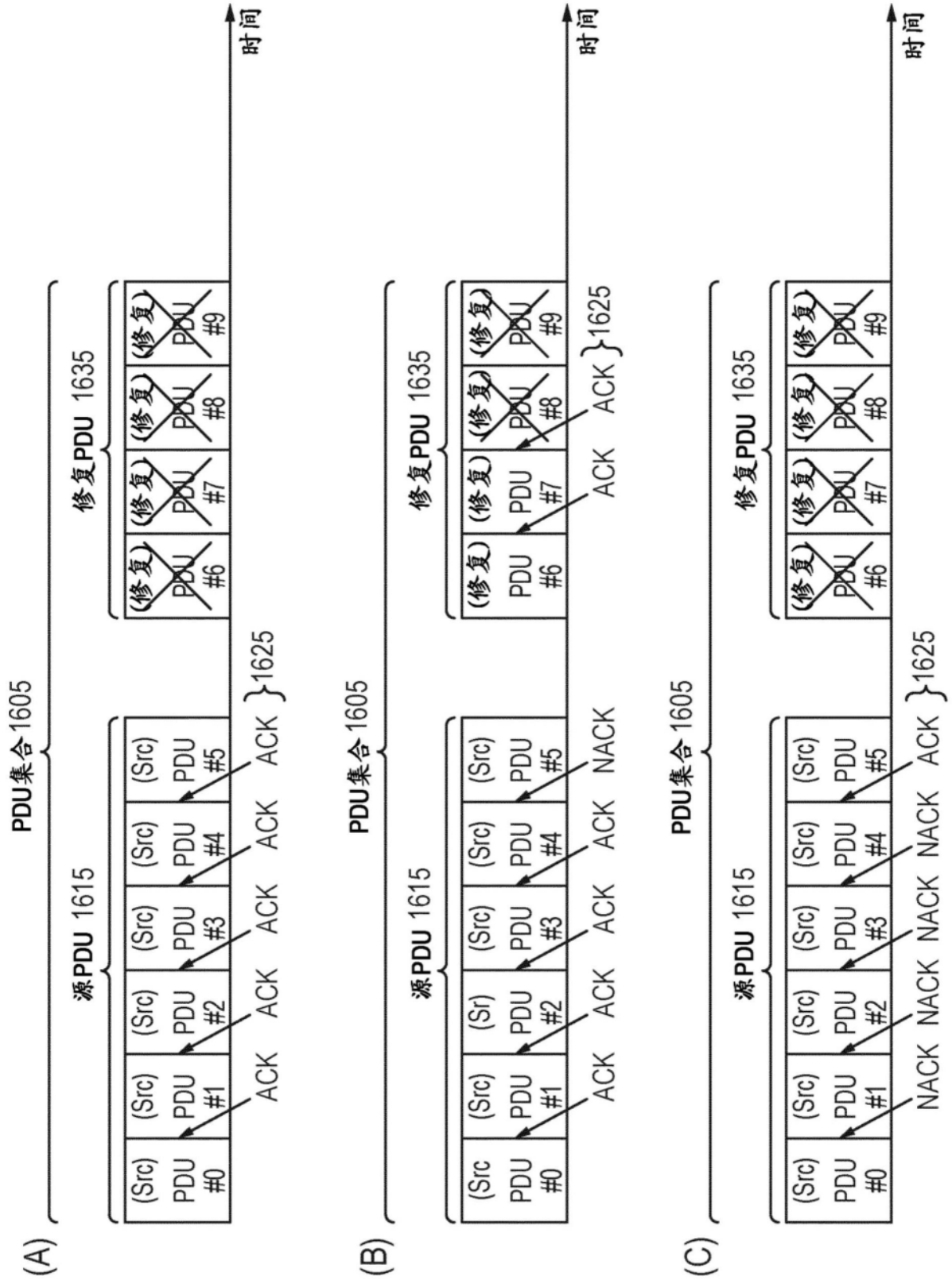


图16

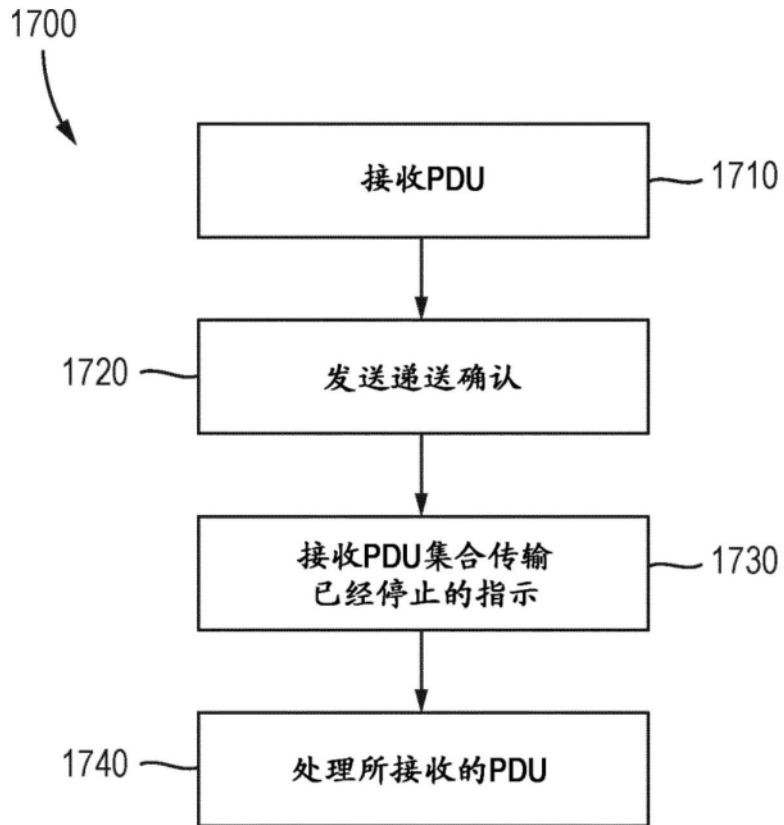


图17