

无线接入网架构和终端装置

5 技术领域

本申请实施例涉及通信领域,更具体地,涉及一种无线接入网 RAN 架构和终端装置。

背景技术

10 现有的无线接入网 (radio access network, RAN) 架构,例如第五代 (the fifth generation, 5G) RAN 架构,是扁平化的架构。在此架构下,一个基站与相邻的基站之间是通过 Xn 接口进行信息交互和协商的,也即分布式协同,站间协同效率低下。

发明内容

15 本申请提供一种无线接入网架构,可以提升站间协同效率。此外,还可以提供连接服务之外的新服务。

第一方面,提供了一种无线接入网架构 (或者说,无线接入网设备),部署于无线接入网 RAN,包括簇控制节点和业务服务节点;

所述簇控制节点,用于提供多个所述业务服务节点的区域级集中协同功能,以及跨区域的所述簇控制节点之间的协同功能;

20 所述业务服务节点,用于提供任务的调度和执行的功能。

该技术方案提供一种分层的 RAN 架构,该 RAN 架构由簇控制节点 (cluster node, cNode) 和业务服务节点 (serving node, sNode) 共同组成接入网设备。簇控制节点对业务服务节点进行任务集中管理和协同,支持集中式站间协同,相比于扁平化的 RAN 架构,可以提高站间协同效率。

25 可选地,本申请中的无线接入网架构也可以替换为无线接入网设备、接入网设备、网络设备、基站、接入网装置等描述。

此外,该分层的 RAN 架构通过构建内生的 (native) 集成和融合多维异构资源的协同能力,可以更高效地提供连接服务。其中,网络的内生能力是指基于网络内在因素获得的能力 (或称为功能、属性等)。除了基本的连接服务之外,还可以高效提供计算、数据、30 智能和可信等新服务。

本申请中,“区域”是指一片地理范围 (即地理区域),该地理范围可大可小,可以是规则、或不规则形状。例如以某个具体位置为原点、半径为 1km 的圆,或某个或多个基站的共同覆盖范围等。cNode 可以提供区域内以及区域间的集中协同。

35 在“区域”概念的基础上,“跨区域”任务协同是指两个或两个以上的区域所对应的地理范围内的任务的协同。例如属于不同区域内的两个基站互为邻区,需要进行跨区域的站间协商,以降低互相干扰。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述簇控制节点在空口上提供连接的控制面功能,所述业务服务节点在空口上提供连接的用户面功能;或者,

所述簇控制节点在空口上不提供连接的功能,所述业务服务节点在空口上提供连接的控制面功能和用户面功能。

具体而言,本申请提供了实现上述 RAN 架构功能的多种选项,例如,连接架构、任务架构和可信架构等,根据不同的 RAN 架构选项,簇控制节点和业务服务节点各自所提供的功能有所不同,详见说明书实施例中的说明。

在本申请中,RAN 架构可以为基于非 SBA 的架构或基于 SBA 的架构。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述 RAN 架构为基于非服务化架构 SBA 的架构;

所述基于非 SBA 的架构包括:

10 所述簇控制节点和所述业务服务节点之间通过 Y1 接口互相连接;

所述簇控制节点和其它所述簇控制节点之间通过 Y2 接口互相连接;

所述业务服务节点之间通过 Y3 接口互连连接。

应理解,Y1 接口~Y3 接口仅是一种表示接口的方式,字母“Y”可以替换为其它的任何字母,数字编号 1、2、3 也仅是为了区分不同的接口。可选地,也可以采用其它方式来表示这些接口,示例性地,Y1 接口~Y3 接口也可以分别表示为第一接口、第二接口和第三接口。本文中的这种接口表示方式不应对本申请提供的 RAN 架构构成任何限定。本文中的其它接口也是类似的,例如,T2 接口~T9 接口等,下文不再重复说明。

在本申请中,采用非 SBA 化的 RAN 架构,可以充分考虑到基站的多种部署场景需求,例如不在云上部署,或者没有灵活扩/缩容的需求等。

20 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述簇控制节点通过如下一种或多种接口和核心网连接:

通过 T2 接口与所述核心网的任务控制功能 TCF、任务处理功能 TPF 连接;

通过 T3 接口和所述核心网的网络接入功能 NAF 连接;

通过 T4 接口和所述核心网的连接功能控制面 CF-C 连接。

25 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述业务服务节点通过如下一种或多种接口和核心网连接:

通过 T5 接口和所述核心网的网络接入功能 NAF 连接;

通过 T6 接口和所述核心网的连接功能控制面 CF-C 连接;

通过 T7 接口和所述核心网的连接功能用户面 CF-U 连接。

30 如上述的实现方式,若本申请提供的 RAN 架构采用非 SBA 架构,则簇控制节点之间、业务服务节点之间、簇控制节点和业务服务节点之间、以及簇控制节点和业务服务节点分别和不同的核心网网元之间通过不同的接口连接。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述 RAN 架构为基于 SBA 的架构;所述基于 SBA 的架构,包括:

35 所述簇控制节点提供第一服务化接口(S-c);

所述业务服务节点提供第二服务化接口(S-s);

所述第一服务化接口和所述第二服务化接口连接到所述 RAN 的服务总线。

若本申请提供的 RAN 架构采用 SBA 架构,则簇控制节点和业务服务节点分别提供服务化接口,簇控制节点和业务服务节点分别通过各自的服务化接口向外与其他的网元进行

交互。

由于 SBA 架构是将网络功能 (network function, NF) 进行了拆分, 而所有的 NF 可以通过接口接入到通信系统中, 因此, 采用 SBA 化的 RAN 架构, 将包括但不限于带来如下优点:

- 5 部署灵活: 由于 NF 之间是服务化接口, NF 本身的功能是独立的, 可以按需部署在不同的服务器上, 并且可以独立部署与维护;

 扩/缩容更简单: 扩容只需要将新的 NF 接入系统即可, 不会影响现网运行, 缩容可以直接淘汰的 NF 直接退网;

- 10 功能易扩展: 如果不涉及对外服务接口的变化, NF 的功能与性能可以独立增强与演进, 不需要依赖于其它 NF;

 良好的开放性: NF 之间采用了服务化接口, 各 NF 提供的网络功能可以由其它任何网元 (或者 NF) 进行调用, 这样易于增加新的 NF, 适于 NF 的开发与开放;

 维护成本降低: 不同 NF 之间通过 API 进行了隔离, 更容易进行故障定位, NF 之间耦合程度低;

- 15 负荷分担: 相同的网络功能可以一起来承担和提供网络功能服务, 由此负荷可以分担;
 容灾能力更强: 任何的网络功能出现故障, 智能化的网络管理可以让其暂时退出服务, 将服务转给其它相同功能的网络功能上进行处理。

 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述 RAN 架构包括如下之一的连接架构:

- 20 第一连接架构, 所述第一连接架构的空口的控制面 CP 和用户面 UP 分离, 所述簇控制节点具有连接的 CP 功能, 所述业务服务节点具有连接的 UP 功能; 或者,

 第二连接架构, 所述第二连接架构的空口的 CP 和 UP 不分离, 所述簇控制节点不提供连接的功能, 所述业务服务节点提供连接的 CP 功能和 UP 功能。

- 25 在该实现方式中, RAN 架构可以设计为基于连接的架构, 在基于非 SBA 的架构下, 具体又可以分为 CP/UP 分离的第一连接架构和 CP/UP 不分离的第二连接架构。

 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述 RAN 架构包括第三连接架构, 所述第三连接架构的空口的 CP 和 UP 分离;

- 30 所述簇控制节点提供所述第一服务化接口, 所述第一服务化接口用于核心网网元的调用, 以传输连接的控制面信令, 所述第一服务化接口还用于其它所述簇控制节点的调用, 以提供移动性信令功能;

 所述业务服务节点提供所述第二服务化接口, 所述第二服务化接口用于核心网网元的调用, 以传输用户面数据, 所述第二服务化接口还用于其它所述业务服务节点的调用, 以提供移动性数据转发功能, 其中, 所述业务服务节点之间的数据转发由所述簇控制节点控制。

- 35 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述 RAN 架构包括第四连接架构, 所述第四连接架构的空口的 CP 和 UP 不分离;

 所述业务服务节点提供所述第二服务化接口, 所述第二服务化接口用于核心网网元的调用, 以传输连接的控制面信令和用户面数据;

 所述第二服务化接口还用于其它的业务服务节点的调用, 以提供移动性信令交互和数

据转发功能。

可选地，文中的“核心网网元”也可以称为核心网的网元，网元也可以表示为节点、功能、网络功能、设备等，不做限定。

- 在上述两种实现方式中，RAN 架构可以设计为基于连接的架构，在基于 SBA 的架构下，具体又可以设计为 CP/UP 分离的第三连接架构和 CP/UP 不分离的第四连接架构。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述 RAN 架构为针对第一功能的任务架构，所述第一功能包括计算、数据、智能和可信中的一项或多项；

所述任务架构包括：

所述簇控制节点，用于提供所述第一功能的控制面功能和数据处理功能；

- 10 所述业务服务节点，用于提供所述第一功能的部分控制面功能和用户面功能，所述用户面功能包括任务调度 TS 和任务执行 TE；

其中，所述簇控制节点和所述业务服务节点通过所述 Y1 接口进行任务的管理，所述簇控制节点之间通过所述 Y2 接口进行任务的协商，所述簇控制节点和核心网网元通过 T2 接口进行网络域间的任务协商，所述业务服务节点之间通过所述 Y3 接口进行所述 TE 间的任务信令或任务数据交互。

“网络域”一般可分为接入网域、核心网域、和网管域等。

在该实现方式中，RAN 架构除了可以高效提供基本的连接服务，还可以提供计算、数据、智能和可信等新特性，这些新服务在本申请中统一称为第一功能。RAN 架构可以设计为基于新特性的任务架构。可选地，任务架构具体可以设计为基于非 SBA 的架构。

- 20 结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述 RAN 架构为针对第一功能的任务架构，所述第一功能包括计算、数据、智能和可信中的一项或多项；

所述任务架构包括：

所述簇控制节点提供所述第一服务化接口，用于跨网络域的任务协商信令以及任务数据的传输；所述第一服务化接口，还用于其它所述簇控制节点的调用，以用于跨区域的任

- 25 务协商信令以及任务数据的传输；
- 所述业务服务节点提供所述第二服务化接口，用于所述簇控制节点对所述业务服务节点的任务控制信令交互和任务数据传输；所述第二服务化接口，还用于其它所述业务服务节点的调用，以用于所述业务服务节点之间的任务数据传输。

- 30 在该实现方式中，RAN 架构可以设计为基于新特性的任务架构，具体地，任务架构可以设计为基于 SBA 的架构。

在以上的任务架构中，包括基于非 SBA 的任务架构或基于 SBA 的任务架构，相比于现有的 5G RAN 架构，可以在架构层面原生支持连接、计算、数据和算法（四要素资源）的深度融合，可以在多个设施中协调这些单独的功能和资源，可以更加灵活地对网络自身或应用提供按需的 AI、计算以及数据等服务等，并保障 QoS。

- 35 结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述 RAN 架构还包括可信引擎 TWE 和可信装置 TWG，所述簇控制节点包括所述 TWE 和所述 TWG，所述业务服务节点包括所述 TWG，

其中，所述 TWE 用于为网络提供可信面的全局决策和管理信息，并为所述 TWG 提供可信策略输入、激活并管理可信服务；

所述 TWG 用于接收所述 TWE 的配置和管理，以执行可信能力。

在该实现方式中，RAN 架构可以设计为基于可信面的可信架构。在一种实现中，该可信架构可以具体设计为基于非 SBA 的架构。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述 RAN 架构还包括可信使能功能 TEF 和可信装置功能 TGF，所述 TEF 和所述 TGF 分别独立挂载在所述 RAN 的服务总线上；

所述 TEF 用于为网络提供可信面的全局决策和管理信息，并为所述 TGF 提供可信策略输入、激活并管理可信服务；所述 TGF 接收所述 TEF 的配置和管理，以执行可信能力；

所述 TEF 提供第三服务化接口（S-e）；

10 所述 TGF 提供第四服务化接口（S-g）；

所述第三服务化接口和所述第四服务化接口均提供如下功能：

可信服务调用、可信信息订阅、可信功能管理。

在该实现方式中，RAN 架构可以设计为基于可信面的可信架构，具体可以设计为基于 SBA 的架构。可信架构相比于其它的 RAN 架构新增了可信功能，并且可信功能与业务解耦码，可以满足端到端网络和应用的信息和网络空间安全、隐私保护以及安全韧性等需求。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述 RAN 支持连接和连接之外的第一功能，所述第一功能包括计算、数据和智能中的一项或多项；

针对所述连接和所述第一功能的关系，空口协议栈的设计方式采用如下选项之一：

20 选项一：所述第一功能融合到所述连接的控制面和连接的用户面之中；

选项二：所述第一功能融合到所述连接的控制面之中形成融合控制面，保持所述连接的用户面不改变，并增加针对所述第一功能的独立的任务数据面；

选项三：针对所述第一功能增加任务控制面和任务数据面，并保持所述连接的控制面和用户面不改变；

25 选项四：针对所述第一功能增加独立的计算面、数据面和智能面，并保持所述连接的控制面和用户面不改变。

在该实现方式中，通过重新设计空口协议栈，从而支撑 cNode/sNode 组成的 RAN 架构提供新服务（例如，计算、数据、智能、AI 和可信等）。

采用选项 1，各功能面可以共享一个协议栈，实现上更简单；采用选项 2，将新特性的控制面和连接的控制面融合，而新特性的用户面独立设计；采用选项 3，新特性（例如，计算、数据、可信和智能协作等）的协议栈和连接的协议栈独立；采用选项 4，对新特性再作细分，针对不同的新特征分别增加独立的功能面，例如独立的计算面、数据面和智能面，各新增的独立功能面更有针对性，设计更加灵活，运行效率高。

针对新特性与连接的关系，空口协议栈的上述四种设计方式，从选项一到选项四，各个面的功能定义从融合趋向独立。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述 Y1 接口包括 Y1 用户面接口 Y1-U 和 Y1 控制面接口 Y1-C；

所述 Y2 接口包括 Y2 用户面接口 Y2-U 和 Y2 控制面接口 Y1-C；

所述 Y3 接口包括 Y3 用户面接口 Y3-U 和 Y3 控制面接口 Y3-C；

所述簇控制节点和所述核心网之间的 T2 接口包括 T2 用户面接口 T2-U 和 T2 控制面接口 T2-C, 所述 T2-U 为所述簇控制节点和所述核心网的任务处理功能 TPF 之间的接口, 用于任务数据的传输, 所述 T2-C 为所述簇控制节点和所述核心网的任务控制功能 TCF 之间的接口, 用于任务信令的传输;

- 5 所述簇控制节点和所述核心网之间的 T3 接口包括 T3 控制面接口 T3-C, 所述 T3-C 为所述簇控制节点和所述核心网的网络接入功能 NAF 之间的接口, 用于连接信令的传输;

所述簇控制节点和所述核心网之间的 T4 接口还包括 T4 控制面接口 T4-C, 用于传输连接信令或透传任务信令;

- 10 所述业务服务节点和所述核心网之间的 T5 接口还包括 T5 控制面接口 T5-C, 用于传输连接信令或透传任务信令;

所述业务服务节点和所述核心网之间的 T6 接口还包括 T6 控制面接口 T6-C, 用于传输连接信令或透传任务信令;

所述业务服务节点和所述核心网之间的 T7 接口还包括 T7 用户面接口 T7-U, 用于传输连接数据或透传任务数据。

- 15 在该实现方式中, 通过重新设计网元接口 (也称为地面接口), 从而支撑 cNode/sNode 组成的 RAN 架构提供新服务 (例如, 计算、数据、智能、AI 和可信等)。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述 RAN 支持连接和连接之外的第一功能, 所述第一功能包括计算、数据和智能中的一项或多项;

端到端的协议栈采用如下选项之一:

- 20 选项一: 所述第一功能融合到所述连接的控制面和连接的用户面之中;

选项二: 所述第一功能融合到所述连接的控制面之中形成融合控制面, 保持所述连接的用户面不改变, 并增加针对所述第一功能的独立的任务数据面;

选项三: 针对所述第一功能增加任务控制面和任务数据面, 并保持所述连接的控制面和用户面不改变;

- 25 选项四: 针对所述第一功能增加独立的计算面、数据面和智能面, 并保持所述连接的控制面和用户面不改变。

在该实现方式中, 通过重新设计端到端协议栈, 从而支撑 cNode/sNode 组成的 RAN 架构提供新特性 (例如, 计算、数据、智能、AI 和可信等)。针对新特性与连接的关系, 端到端协议栈的上述四种设计方式, 从选项一到选项四, 各个面的功能定义从融合趋向独立。

- 30 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述空中接口的协议层包括层 2, 所述层 2 包括支持所述第一功能的子层。

在该实现方式中, 空口协议栈的层 2 包括支持第一功能的子层, 具体地, 可以通过在现有的功能层上增加新功能, 或者增加实现新功能的子层, 不做限定。

- 35 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述层 2 包括如下至少一项子层:

任务资源调度 TRS 子层;

任务分组数据汇聚协议 T-PDCP 子层;

任务服务数据适配协议 T-SDAP 子层;

其中, 所述 TRS 子层提供所述 RLC 子层的逻辑信道, 所述 T-PDCP 子层提供所述 T-

SDAP 子层的无线承载, 所述 T-SDAP 提供核心网的任务和连接的服务质量 QoS 流;

任务资源数据 TRD 子层, 所述 TRD 子层包括如下功能的一项或多项: 人工智能 AI 训练、AI 推理和 AI 模型处理、协议模式的解析和本地协作参数、协作模式的流程执行、协作交互信息的收发和处理;

- 5 针对任务数据面的任务 PDU 子层, 所述任务 PDU 子层用于终端和所述 RAN、核心网之间的可信业务的数据传输;

针对计算面的 RCSP 子层, 所述 RCSP 子层的功能包括内生算力资源寻址、计算数据路由转发、计算会话标识和计算会话优先级;

针对独立数据面的 DFCEP 子层, 用于所述独立数据面的控制信令和业务数据处理;

- 10 针对独立可信面的 ETP 子层, 用于可信数据包的处理, 所述 EIP 子层的功能还包括加密和解码以及完整性保护和完整性验证;

针对独立可信数据面的 TBP 层, 用于终端和所述 RAN、核心网, 或者所述 RAN 和核心网之间的可信业务数据传输。

- 15 在该实现方式中, 层 2 通过增加至少一个子层, 可以实现相应的功能, 从而支撑 RAN 架构提供一项或多项新服务。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述空中接口的协议层还包括层 3, 层 3 还包括支持所述第一功能的子层。

在该实现方式中, 通过重新设计空口协议栈的层 3, 从而支撑 cNode/sNode 组成的 RAN 架构提供新服务 (例如, 计算、数据、智能、AI 和可信等)。

- 20 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述 RAN 架构还提供可信功能, 所述可信功能与所述 RAN 的其它功能解耦。

在该实现方式中, 面对安全技术既要深度服务于通信网、又要独立于通信网络持续演进的矛盾, 本申请考虑采用安全能力与网络能力解耦的方法来解决上述矛盾。从安全扩展到可信, 则考虑采用可信与网络能力解耦的方法, 为可信能力不断演进、始终具有先进性提供可能。

- 25 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述 RAN 架构提供第一功能, 所述 RAN 架构的服务质量 QoS 机制包括针对第一功能的 QoS 机制, 其中, 所述针对第一功能的 QoS 机制包括网络侧的 QoS 机制和终端侧的 QoS 机制, 所述第一功能包括计算、数据、智能和可信中的一项或多项。

- 30 针对 RAN 架构支持的第一功能 (例如, 计算、数据、智能和可信等一项或多项新服务), 需要设计针对任务的 QoS 机制, 以保障针对任务的服务质量 QoS 评估。

第二方面, 提供了一种终端装置, 包括控制面协议栈和数据面协议栈, 所述控制面协议栈包括如下之一:

- 35 所述控制面协议栈包括第一子层, 所述第一子层支持第一功能的控制信令的传输, 所述第一功能包括计算、数据、智能和可信中的一项或多项; 或者,

所述控制面协议栈包括第一子层, 所述第一子层支持第一功能的控制信令的传输以及路由功能, 所述第一功能包括计算、数据、智能和可信中的一项或多项;

以及, 所述第一功能的所述数据面协议栈支持任意路由的机制。

基于该技术方案, 终端设备包括支持第一功能 (例如, 计算、数据、智能和可信等新

服务)的控制面协议栈和数据面协议栈,提供了 RAN 架构支持第一功能的终端侧协议栈设计方案。

第三方面,本申请提供一种传输消息的方法,应用于无线通信系统,所述无线通信系统的接入网设备包括簇控制节点和业务节点,该方法包括:

- 5 所述簇控制节点接收来自于 UE 的 RRC 建立请求消息,所述 RRC 建立请求消息用于请求为所述 UE 建立 RRC 连接;

所述簇控制节点建立针对所述 UE 的所述 RRC 连接;

所述簇控制节点向网络接入功能 NAF 发送初始 UE 消息;

所述 NAF 基于所述初始 UE 消息,为所述 UE 分配对应的连接功能控制面 CF-C;

- 10 所述 UE 和所述 CF-C 传输非接入层 NAS 消息。

可选地,在第三方面的一种实现方式中,该方法还包括:

所述簇控制节点接收来自于所述 CF-C 的初始上下文建立请求消息;

所述簇控制节点建立所述 UE 的安全配置、RRC 重配置;

所述簇控制节点向所述 CF-C 发送初始上下文建立响应。

- 15 可选地,在第三方面的一种实现方式中,该方法还包括:

所述簇控制节点向所述 CF-C 发送服务业务节点的地址信息,所述服务业务节点是所述簇控制节点选择的为所述 UE 提供服务的业务节点;

所述簇控制节点向所述服务业务节点发送所述 UE 的上下文;

所述服务业务节点基于所述 UE 的上下文,与所述 CF-C 建立所述 UE 的 PDU 会话;

- 20 所述服务业务节点基于所述 PDU 会话与所述 UE、所述 CF-C 进行数据传输。

第四方面,本申请提供一种传输数据的方法,该方法包括:

连接功能 CF 网元接收 UE 的下行数据并对所述下行数据进行缓存;

所述 CF 网元根据所述 UE 的连接管理 CM 状态,确定对所述 UE 进行寻呼,或者建立所述 UE 的用户面;

- 25 其中,如果所述 UE 为 CM 空闲态,所述 CF 网元对所述 UE 进行寻呼;

如果所述 UE 为 CM 连接态,所述 CF 网元为所述 UE 建立用户面。

可选地,在第四方面的一种实现方式中,该方法还包括:

所述 UE 在接收到所述寻呼之后,向网络发起业务请求流程。

可选地,在第四方面的一种实现方式中,该方法还包括:

- 30 所述 CF 网元为所述 UE 建立用户面,包括:

所述 CF 网元向簇控制节点发送所述 UE 的 PDU 会话的信息;

所述簇控制节点基于所述 PDU 会话的信息,为所述 UE 选择业务节点;

所述业务节点为所述 UE 建立用户面。

- 35 第五方面,本申请提供一种传输数据的方法,应用于无线通信系统,所述无线通信系统的接入网设备包括簇控制节点和业务节点,该方法包括:

所述簇控制节点接收来自于 UE 的上行数据传输请求;

所述簇控制节点向所述 UE 对应的业务节点发送所述 UE 的上下文;

所述簇控制节点为所述 UE 分配通信资源、向所述业务节点发送所述 UE 的调度信息,并调度所述 UE 进行上行数据传输;

所述 UE 向所述业务节点发送上行数据;

所述业务节点接收所述上行数据并进行解调,并向所述簇控制节点反馈数据解调结果。

可选地,在第五方面的一种实现方式中,该方法还包括:

所述簇控制节点根据所述数据解调结果,确定是否对所述上行数据进行重传。

- 5 可选地,在第五方面的一种实现方式中,在所述簇控制节点确定对所述上行数据进行重传的情况下,该方法还包括:

所述簇控制节点分配重传资源、向所述业务节点发送所述 UE 的调度信息,并调度所述 UE 进行重传;

所述 UE 进行上行数据重传;

- 10 所述业务节点接收重传数据,并进行解调;

所述业务节点将解调后的重传数据发送到连接功能 CF 网元。

第六方面,本申请提供一种传输数据的方法,该方法包括:

任务锚点 TA 接收服务工作流请求;

- 15 所述 TA 基于所述服务工作流请求,分别向数据存储功能 DSF 和计算锚点 CA 发送数据请求和算力请求;

所述 TA 向任务相关的 UE 所述的连接功能 CF 发送应用功能 AF 的任务配置下发请求;

所述 CF 基于所述任务配置下发请求,与对应的目标 UE 建立任务连接;

任务控制功能 TCF 向簇控制节点发送任务配置请求。

- 20 可选地,在第六方面的一种实现方式中,该方法还包括:

所述簇控制节点基于所述 TCF 的任务配置请求,对任务进行分解,并向任务对应的 UE 和/或业务节点发送子任务;

所述 UE 和/或所述业务节点基于是否执行子任务,通过所述 CF 向所述服务工作流的请求节点发送服务工作流请求的反馈。

- 25 第七方面,本申请提供一种进行任务协同的方法,该方法包括:

第一簇控制节点接收服务工作流请求;

所述第一簇控制节点向第二簇控制节点请求进行任务协同;

若所述第二簇控制节点若接受所述任务协同,则向对应的业务节点和/或 UE 发送分解后的子任务;

- 30 所述第二簇控制节点向所述第一簇控制节点反馈任务协同结果;

所述第二簇控制节点接收所述对应的业务节点和/或 UE 针对子任务的执行结果,并对所述子任务的执行结果进行汇总,获得任务执行结果;

所述第二簇控制节点向所述第一簇控制节点反馈所述任务执行结果。

- 35 可选地,上述第三方面至第七方面中任一方面的方法,可以由相应的节点执行,或者,也可以由具有所述节点的相应功能的芯片或电路执行,本申请对此不作限定,以上描述以节点为例进行说明。

此外,可选地,节点也可以被替换为设备、实体、网络实体、通信设备、通信模块、网元、通信节点等,本申请中以设备或节点为例进行描述。

第八方面,提供一种通信装置,包括至少一个处理器,所述至少一个处理器与至少一

个存储器耦合，所述至少一个处理器用于执行所述至少一个存储器中存储的计算机程序或指令，以使所述通信装置具有第一方面所述的无线接入网设备或第二方面所述的终端装置的功能，或者，以使所述通信装置执行如第三方面至第七方面的任一方面、或任一方面的任一实现方式的方法。

5 第九方面，提供一种芯片，包括处理器和通信接口，所述通信接口用于接收待处理的信息和/或数据，并将所述待处理的信息和/或数据发送至所述处理器，所述处理器用于对所述待处理的信息和/或数据进行处理，使得安装所述芯片的通信装置具有如第一方面所述的无线接入网设备或第二方面所述的终端装置的功能，或者，以使所述通信装置执行如第三方面至第七方面的任一方面、或任一方面的任一实现方式的方法。

10 第十方面，提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有计算机指令，当计算机指令在计算机上运行时，使得如第一方面所述的无线接入网设备或第二方面所述的终端装置的功能被实现，或者，使得如第三方面至第七方面的任一方面、或任一方面的任一实现方式的方法被实现。

15 第十一方面，提供一种计算机程序产品，所述计算机程序产品包括计算机程序代码，当所述计算机程序代码在计算机上运行时，使得如第一方面所述的无线接入网设备或第二方面所述的终端装置的功能被实现，或者，使得如第三方面至第七方面的任一方面、或任一方面的任一实现方式的方法被实现。

第十二方面，提供一种无线通信系统，包括如第一方面所述的无线接入网设备。可选地，还包括如第二方面所述的终端装置。

20 可选地，在上述第三方面至第十一方面中，所述无线接入网设备可以包括本申请实施例中的 sNode 和/或 cNode。

第三方面至第十二方面的技术方案的技术效果，可以参考第一方面的相应说明。

附图说明

- 25 图 1 为扁平化 RAN 架构的示意图。
图 2 为适用于本申请实施例的通信系统的示意性架构图。
图 3 为本申请提供的 RAN 架构的示意图。
图 4 为本申请提供的 RAN 架构在设计范式上的变化示意图。
图 5 为 Hic 协作场景和为连接触发的协作的对比示意图。
30 图 6 为适用于本申请的总体系统架构示意图。
图 7 为非 SBA 化的 RAN 总体架构和接口的示意图。
图 8 为 SBA 化的 RAN 总体架构和接口的示意图。
图 9 为非 SBA 化的连接架构 1 的示意图。
图 10 为非 SBA 的连接架构 2 的示意图。
35 图 11 为 non-SBA 的连接架构下 UE 的数据传输示意图。
图 12 为 non-SBA 的连接架构下站间协商的示意图。
图 13 为基于 SBA 的连接架构 1 的站间协商的示意图。
图 14 为基于 SBA 的连接架构 2 的站间协商的示意图。
图 15 为非 SBA 化的任务架构。

- 图 16 为网元间的任务信令和任务数据交互示意图。
- 图 17 为空口的网元间的任务信令和任务数据交互示意图。
- 图 18 为 T-NAS 的任务信令和任务数据交互示意图。
- 图 19 为基于 SBA 的任务架构。
- 5 图 20 为基于 non-SBA 的可信架构的地面接口示意图。
- 图 21 为基于非 SBA 化的可信架构下, UE、AN 和 CN 之间可信信令交互示意图。
- 图 22 为基于 SBA 的可信架构的示意图。
- 图 23 为 cNode 和 sNode 的功能划分示意图。
- 图 24 为本申请提供的 RAN 架构及业务功能面选项的示意图。
- 10 图 25 为控制面协议栈的两种设计方式。
- 图 26 为针对路由层的、数据面协议栈设计方式的示意图。
- 图 27 为针对可信功能面于业务特性之间关系的示意图。
- 图 28 为控制面协议栈-任务信令(分布式 T-NAS: RAN 连接架构 1)的示意图。
- 图 29 为控制面协议栈-任务信令(分布式 T-NAS: RAN 连接架构 2)的示意图。
- 15 图 30 为控制面协议栈-任务信令(集中式 T-NAS)的示意图。
- 图 31 为用户面协议栈-任务数据的示意图。
- 图 32 为控制面协议栈-连接信令的示意图。
- 图 33 为用户面协议栈-连接数据的示意图。
- 图 34 为独立计算面协议栈-计算面数据的示意图。
- 20 图 35 为独立数据面协议栈-数据面信令的示意图。
- 图 36 为独立数据面协议栈-数据面数据的示意图。
- 图 37 为独立可信面协议栈-可信面信令的示意图。
- 图 38 为独立可信面协议栈-可信面数据的示意图。
- 图 39 为地面接口用户面协议栈的示意图。
- 25 图 40 为 Y1-C 和 Y1-U 的协议栈。
- 图 41 为 Y2-C 和 Y2-U 的协议栈。
- 图 42 为 Y3-C 和 Y3-U 的协议栈。
- 图 43 为 T2-U 和 T2-C 的协议栈。
- 图 44 为 T3-C 的协议栈。
- 30 图 45 为 T4-C 的协议栈。
- 图 46 为 T5-C 的协议栈。
- 图 47 为 T6-C 的协议栈。
- 图 48 为 T7-U 的协议栈。
- 图 49 为 T8-C 和 T8-U 的协议栈。
- 35 图 50 为 T9-C 和 T9-U 的协议栈。
- 图 51 为 SC-C 和 SC-U 的协议栈。
- 图 52 为 SS-C 和 SS-U 的协议栈。
- 图 53 为 S-e 协议栈。
- 图 54 为 S-g 协议栈。

- 图 55 为 UE/RAN 间任务-端到端控制面协议栈（连接架构 1）的示意图。
- 图 56 为 UE/RAN 间任务-端到端用户面协议栈（连接架构 1）的示意图。
- 图 57 为 UE/RAN 间任务-端到端控制面协议栈（连接架构 2）的示意图。
- 图 58 为 UE/RAN 间任务-端到端用户面协议栈（连接架构 2）的示意图。
- 5 图 59 为 UE/CN 间任务-端到端控制面协议栈（任务架构 1a）的示意图。
- 图 60 为 UE/CN 间任务-端到端控制面协议栈（任务架构 1b）的示意图。
- 图 61 为 UE/CN 间任务-端到端用户面协议栈（任务架构 1a/1b）的示意图。
- 图 62 为 UE/CN 间任务-端到端控制面协议栈（任务架构 2a/2b）的示意图。
- 图 63 为 UE/CN 间任务-端到端用户面协议栈（任务架构 2a/2b）的示意图。
- 10 图 64 为 CN/RAN 间任务-端到端控制面协议栈的示意图。
- 图 65 为 CN/RAN 间任务-端到端用户面协议栈的示意图。
- 图 66 为 RAN/RAN 间任务-端到端控制面协议栈的示意图。
- 图 67 为 RAN/RAN 间任务-端到端用户面协议栈的示意图。
- 图 68 为连接-端到端控制面协议栈的示意图。
- 15 图 69 为连接-端到端用户面协议栈的示意图。
- 图 70 为端到端计算面协议栈-计算面数据的示意图。
- 图 71 为端到端数据面协议栈-计算面信令的示意图。
- 图 72 为端到端数据面协议栈-数据面数据的示意图。
- 图 73 为独立智能面的多层级协作示意图。
- 20 图 74 为端到端可信面协议栈-可信面信令的示意图。
- 图 75 为端到端可信面协议栈-可信面数据的示意图。
- 图 76 为连接数据流示意图。
- 图 77 为任务数据流示意图。
- 图 78 为独立数据面-数据流示意图。
- 25 图 79 为独立可信面-数据流示意图。
- 图 80 为系统信息广播示意图。
- 图 81 为任务锚点获取连接锚点标识的三种方案。
- 图 82 为连接锚点获取任务锚点标识的两种方案。
- 图 83 为算力分配的三种方式的示意图。
- 30 图 84 为本申请提供的 AI 用例生成、AI 服务和 AI 任务的逻辑关系示意图。
- 图 85 为任务为中心的三层闭环。
- 图 86 为 QoAIS 各指标维度和各资源维度上的 QoS 之间的映射关系。
- 图 87 为任务为中心的架构核心特征的示意图。
- 图 88 为任务为中心的关键技术的示意图。
- 35 图 89 为任务为中心的关键技术全景图。
- 图 90 为任务为中心的框架接口的影响。
- 图 91 为任务为中心的逻辑架构和功能。
- 图 92 为以任务为中心的网络 AI 的部署方式。
- 图 93 为任务部署和执行流程示意图。

- 图 94 为任务部署示意图。
- 图 95 为针对连接态 UE 的任务部署方式示意图。
- 图 96 为针对空闲态 UE 的任务部署方式示意图。
- 图 97 为任务影响的接口及协议栈。
- 5 图 98 为分割推理 (split inference) 示意图。
- 图 99 为 AI 任务属性示意图。
- 图 100 为任务移动性示意图。
- 图 101 为单点任务配置和协同任务配置的区别示意图。
- 图 102 为一种协同任务配置方案的示意图。
- 10 图 103 为另一种协同任务配置方案的示意图。
- 图 104 为执行体间配置示意图。
- 图 105 为协同 AI 任务的多路径上报示意图。
- 图 106 为协同 AI 任务的任务信息的交互场景的示意图。
- 图 107 为承载任务数据的一些可能方式 (T-SRB/T-DRB 承载任务数据)。
- 15 图 108 为 CU/DU 和 CP/UP 分离场景下的任务数据上报的方案示意图。
- 图 109 为 T-DRB 承载任务数据的解决方案的示意图。
- 图 110 为任务环境变化时的任务四要素实时调整的示意图。
- 图 111 为任务完成时的任务数据传输 (空闲态 UE 闲态任务数据传) 示意图。
- 图 112 为任务完成时的任务数据传输 (RAN 触发 CN 进行 paging) 示意图。
- 20 图 113 为终端执行切换情况下的任务调整流程示意图。
- 图 114 为任务四要素实时协同示意图。
- 图 115 为切换场景下的任务上下文迁移示意图。
- 图 116 为 UE 移动场景下的邻区任务配置的提前获取示意图。
- 图 117 为 UE 移动场景下的邻区 AI 模型的获取示意图。
- 25 图 118 为邻区 AI 模型广播的一个示意图。
- 图 119 为邻区 AI 模型广播的另一个示意图。
- 图 120 为邻区 AI 模型广播的另一个示意图。
- 图 121 为控制和数据 Node 分离示意图。
- 图 122 为控制和数据 Node 分离下的低频辅助高频的示意图。
- 30 图 123 为控制和数据 Node 分离下的多 RAT 聚合的示意图。
- 图 124 为控制和数据 Node 分离下的多 RAT 聚合 (TRS 层分流) 的示意图。
- 图 125 为控制和数据 Node 分离下的网络拓扑示意图。
- 图 126 为上下行 Node 分离的示意图。
- 图 127 为上下行频谱分离的示意图。
- 35 图 128 为上下行频谱分离-灵活载波传输的示意图。
- 图 129 为上下行频谱分离-协作载波的示意图。
- 图 130 为计算面-控制、执行、传输的示意图。
- 图 131 为算力状态上报的一个示例。
- 图 132 为实时调整模型分割点示意图。

- 图 133 为计算会话协议栈。
图 134 为计算面移动性示意图。
图 135 为数据面总体框架示意图。
图 136 为 DA 控制器编排功能模块形成数据管道 (data pipeline) 的示意图。
5 图 137 为数据管道示意图。
图 138 为数据面承载 DDRB 的三种链路模式。
图 139 为数据面数据转发的三种模式。
图 140 为数据面 DFCP-U 协议层格式设计的一个示例。
图 141 为数据面 DFCP-U 协议层格式设计的另一个示例。
10 图 142 为数据面移动性示意图。
图 143 为 HiC 协作场景示意图。
图 144 为 Hic 的高效组织示意图。
图 145 为 Hic 逻辑功能架构示意图。
图 146 为 Hic 部署架构。
15 图 147 为在本申请提供的 RAN 架构基础上的 Hic 部署架构的示意图。
图 148 为 DropOut 描述符的示意图。
图 149 为网络下发 dropout 描述符的一个示意图。
图 150 为 UE 上报 dropout 描述符的一个示意图。
图 151 为下行传输描述符的示意图。
20 图 152 为数据特征测量过程示意图。
图 153 为从核心网中心控制转变为多方均衡可信的示意图。
图 154 为 E2E 初始接入流程的示意图。
图 155 为连接流程的网络侧发起业务请求流程示意图。
图 156 为连接流程的数据收发流程示意图。
25 图 157 为任务下发流程的一个示意图。
图 158 为任务下发流程的另一个示意图。
图 159 为本申请提供的通信装置的示意图。
图 160 为本申请提供的通信装置的另一个示意图。

30 具体实施方式

下面将结合附图,对本申请实施例中的技术方案进行描述。

首先对本申请中涉及到的相关技术和概念作简单介绍。

基站:是指网络中的无线基站,也是无线接入网的网元,负责空中接口相关的所有功能,包括但不限于如下功能:

- 35 (1) 无线链路维护功能,保持与终端间的无线链路,同时负责无线链路数据和 IP 数据质监的协议转换;
(2) 无线资源管理功能,包括无线链路的建立和释放、无线资源的调度和分配等;
(3) 部分移动性管理功能,包括配置终端进行测量、评估终端无线链路质量、决策终端在小区间的切换等。

基站可以向终端设备发送信号，也可以接收终端设备的信号。

运营商或网管系统：例如公共陆地移动网络（public land mobile network, PLMN），由政府或它所批准的经营者，为公众提供陆地移动通信业务目的而建立和经营的网络，例如可以是移动运营商，联通运营商，或电信运营商等。

5 终端设备：也称用户设备（user equipment, UE）或移动台，可以是车载型，便携型或手持型等。物理设备与移动用户可以是完全独立的。与用户有关的全部信息可以都储存在用户识别卡（subscriber identity module, SIM）卡中，该卡可以在移动台上使用。终端可以完成与基站直接的空口接口的交互。终端可以发送信号和/或接收信号，例如称为发送端 UE 和接收端 UE。

10 核心网：简单地说，可以把移动网络划分为三个部分，基站子系统、网络子系统和系统支撑部分（例如安全管理等）。核心网部分就是位于网络子系统内，核心网的主要作用是来自于空口的呼叫请求或数据请求接续到不同的网络上。

核心网的功能主要是提供用户连接、对用户的管理以及对业务完成承载，作为承载网络提供到外部网络的接口。用户连接的建立包括移动性管理（mobility management, MM）、
15 呼叫管理（calling management, CM）、交换/路由、录音通知（结合智能网业务完成到智能网外围设备的连接关系）等一项或多项功能。用户管理包括用户的描述、服务质量（quality of service, Qos）、用户通信记录（Accounting）、虚拟家庭环境（virtual home environment, VHE）（与智能网平台的对话提供虚拟居家环境）、安全性（由鉴权中心提供相应的安全性措施，包含了对移动业务的安全性管理和对外部网络访问的安全性处理）。承载连接包
20 括到外部的公共交互电话网（public switched telephone network, PSTN）、外部电路数据网和分组数据网、因特网（Internet）、企业内部网（Intranets）、以及短信息服务（short message service, SMS）服务器等。核心网可以提供的基本业务包括移动办公、电子商务、通信、娱乐性业务、旅行和基于位置的服务、遥感业务（Telemetry）-简单消息传递业务（监视控制）等。

25 图 1 为 5G RAN 架构的示意图。如图 1，5G RAN 架构是扁平化的架构，基站与相邻的基站之间是通过 Xn 接口进行信息交互和协商，这种站间的交互和协商是分布式的，或者说是扁平化架构的，因此，站间协商效率低下。

下面介绍本申请提供的技术方案。

本申请实施例中的网元涉及 RAN 节点和终端，RAN 节点可以向终端发送信号和/或
30 数据，也可以从终端接收信号和/或数据。终端可以从 RAN 节点接收信号和/或数据，也可以向 RAN 节点发送信号和/或数据。该 RAN 节点具体可以包括下文实施例中的簇控制节点和业务服务节点，详见下文的说明。

本申请实施例对于同构网络与异构网络的场景均适用，同时对于传输点也无限制，可以是宏基站与宏基站、微基站与微基站和宏基站与微基站间的多点协同传输，对 FDD/TDD
35 系统均适用。此外，本申请实施例还适用于低频场景（sub 6G）、高频场景（6G 以上），太赫兹，光通信等。

本申请实施例可以适用于 5G 通信系统，6G 通信系统，或者未来演进的通信系统，或者其他通信系统等，本申请对此不做限定。本申请不仅可以适用于接入网设备和终端的通信，也可以适用于接入网设备之间的通信、终端和终端的通信、车联网、物联网、工业互

联网等的通信。以下本申请实施例以终端和接入网设备之间的通信进行举例说明。

图2为适用于本申请实施例的通信系统的示意性架构图。示例性地，该架构中可以包括RAN、终端、核心网（core network, CN）等。此外，还可以包括外部网络。其中，RAN是指本申请中提供的RAN，或者称为RAN节点、RAN设备或接入网设备等，可以包括簇控制节点和业务服务节点，详见下文的说明。

下面对本申请提供的RAN的架构进行详细说明。

本申请提供的RAN除了提供基本的连接服务以外，还需要提供计算、数据、可信、智能、感知等各种新型服务能力（本文中统称为第一功能）中的一项或多项，有效使能未来通信系统的一切皆服务（everything as a service, XaaS）。其中，连接服务是指对网络内和网络外提供连接功能对应的服务，例如，接入网络、建立链路、关闭链路、控制资源调度或分配策略以及服务质量（quality of service, QoS）等。由此，未来通信系统需要通过构建内生的集成和融合多维异构资源的协同能力，实现新服务能力的高效提供，这将驱动未来无线接入网（radio access network, RAN）架构的重构。

为此，本申请提出了一种分层的RAN架构，能够更高效地提供传统的连接服务、以及连接之外的新型服务，该新型服务也可称为新特性。具体地，RAN系统中包括簇控制节点（cluster node, cNode）和业务服务节点（serving node, sNode），cNode和sNode共同组成接入网设备（或者说基站）。采用分层架构将带来如下好处：

- 1) 对于连接而言：
 - a) 空口上，可实现对UE的控制信令和数据的分离（高低频）；
 - b) 站间，集中式站间协商替代分布式站间协商，协同效率更高；
- 2) 对于任务而言：cNode对sNode的计算、数据、连接等资源的集中管理和协同，协同范围更广、效率更高；
- 3) 对于可信而言：cNode对sNode的集中可信。

首先介绍RAN架构的总体架构和功能划分。

图3为本申请提供的RAN架构的示意图，RAN架构的主要功能将划分为如下三层：

（1）RAN服务层：除了提供传统的连接服务外，主要为网络内部的CN网元、终端用户提供计算服务、数据服务、智能服务、可信服务以及人工智能（artificial intelligence, AI）服务等各种新型的服务能力，更加丰富未来网络系统，例如，第六代（the 6th generation, 6G），的业务能力；

（2）RAN功能协议层：为了支持上述XaaS服务的提供，RAN的功能协议层除了实现传统的连接能力，还需要安全、高效地协同RAN基础设施层提供的分布式的各类异构资源（例如，计算、数据、AI模型等），并以任务的形式支持RAN服务层对网络内提供这些新型服务能力。为此，RAN功能协议层将通过新增功能面，与传统连接的控制面和用户面协同，高效地管理和控制RAN基础设施层所提供的多维资源，从而提供超越连接的新服务功能，并为这些新服务功能提供QoS保障。

（3）RAN基础设施层：包括多层频段的频谱资源、分布式的计算资源、存储资源、空天地海的全场景全覆盖接入设施、可重构智能表面、感知设施、各类型终端等。

RAN的服务将以任务的形式实现多类型资源和多节点的资源协同和业务QoS保障，这最终将给未来无线通信网络带来新的量纲（从连接服务的单量纲，到以任务的形式封装

和提供连接、计算、数据、智能、可信、算法、感知等的新的服务量纲），实现各种 AI、感知、计算、数据等业务的服务级别协议（service level agreement, SLA）可保障，从而进一步拓展无线通信网络的应用场景。

下面分别从任务、计算、数据、智能、可信等多个方面阐述本申请所提供方案对 RAN 架构带来的核心影响。

1) 任务

在以任务为中心的网络架构中，新引入了网络 AI 的编排功能、任务控制功能、以及任务资源层。其中，任务控制功能就是以控制层面信令的方式对资源层中的多节点（例如 UE、基站、核心网网元等）和四要素资源（即连接、计算、数据和算法）进行实时控制。

任务为中心是一种原生的网络 AI 架构，使得 AI 任务在网络中的高效执行成为可能。

图 4 为任务架构变化示意图。如图 4，由于任务的引入，本申请提供的网络架构在设计范式上，需要实现如下关键转变：

变化 1：无线网络系统中的管控对象从“会话”转变为“任务”；

变化 2：管控资源从连接资源转变为连接、计算、数据和算法的四要素资源；

变化 3：从“会话控制”转变为“任务控制”；

变化 4：从“会话 QoS”转变为“任务 QoS”。

2) 计算

6G 基础设施中的节点除了提供基础的连接功能（connectivity function, CF），还提供额外的计算功能。为了高效利用通信资源和计算资源，需要实时感知通信资源状态与计算资源状态，并对通信资源与计算资源进行协同控制，从而保证在动态复杂无线网络环境下，满足未来新业务端到端的超低时延、高数据隐私和可持续性节能等 QoS 要求。通信与计算的深度融合，可以更好地实现通信网络（例如 6G 网络）的各项新能力（如内生智能、泛在感知等）和新业务（如沉浸式扩展现实（extended reality, XR）、数字孪生、云宇宙等）。

3) 数据

现有 5G 通信网络基于会话构建，其用户面用于承载会话数据，其无法满足 6G 数据承载所需要的“随路计算”和“任意拓扑”支持，用户面无法承载 6G 网络新的数据类型，为此本申请引入新的数据功能。

新的数据功能为应用及用户提供可信数据服务，主要提供 8 大类数据服务，这 8 大类数据服务的描述大致如下：

- 原始数据：将采集或收集的原始数据，输入给诸如 AI 等应用；
- 数据预处理：数据清洗、过滤、汇聚、融合等预处理服务；
- 数据存储：可在数据代理（data agent, DA）/数据存储功能（data storage function, DSF）/分布边缘技术（distributed ledger technology, DLT）上提供集中或分布式存储服务；
- 数据隐私和安全保护：提供端到端数据隐私和安全保护技术；
- 数据共享/交易：可信数据共享及交易；
- 数据溯源：可溯源/审计服务，公钥、去中心化（decentralized identity, DID）等分发服务；
- 数据分析：基于 AI、机器学习（machine learning, ML）、大数据等进行分析、挖掘，提供智能服务；

- 数据字典：无线网络特征数据集。

数据功能由数据编排（data orchestration, DO），数据控制（data control, DC），数据代理（data agent, DA），可信锚点代理（trust anchor agent, TAA）及数据存储功能（DSF）组成。基站可部署 DC、DA、TAA。终端中可部署 DA。

5 4) 多级智能协作（heterarchical intelligent collaboration, HiC）

多级智能协作是要为网络内的各级网元和终端提供一套内生的分布式协作机制，通过协作让网络内的智能流动起来，从而提高网络 AI 的性能和效率。

图 5 为 HiC 协作场景和为连接触发的协作的对比示意图。HiC 的协作场景呈现出大规模，大流量以及高自由度的特点，而传统网络内基于连接协作仅是小范围协作，参见图 5 的左图，如邻站切换、协作多点（coordinated multiple points, CoMP）等，已经不能支撑 HiC。为此本申请引入了智能功能，从而在网络的各层级网元、终端间建立协作的通道，高效的组织起网元、终端间的智能协作，并保证协作的可管可控，HiC 的协作场景如图 5 的右图。

HiC 的主要功能包括如下一项或多项：

- 协作可管控，对协作实例进行生命周期管理，包括协作实例的创建，实例标识（identifier, ID）的分配，协作的启动删除和更新。

- 提供协作指令集，可以组合成各类协作模式（pattern），高效组织起网元、终端间的协作流程。

- 支持网元间传递多样化的智能表征，在异构设备间进行智能知识的传递，促进网络不断学习演进，持续的优化网络 AI 性能、提升网络 AI 效率

- 支持大规模协作集的建立和维护，协作实例可以跨不同 RAN 簇控制节点，如上述的 cluster node；网元具备自主发起、加入、退出协作实例的能力

- 协作 pattern 可扩展，灵活支持各种协作学习方式。

5) 可信

可信能力，是指满足端到端网络和应用的信息和网络空间安全(security)、隐私保护以及安全韧性(risk oriented resilience)的能力。多模式信任（multi-mode trust model）是未来通信网络（例如 6G 网络）的可信能力的主要特征，包括 6G 区块链技术支持的共识模式（consensus），归属网运营商对用户认证和授权的桥模式（bridge），以及基于第三方的背书模式（endorsement）。均衡可信（equilibrium trust）是可信能力的基本原则，即在终端侧、接入网、核心网和应用方之间民主协商可信能力，并参考/或不参考网络智能化的集中策略推荐，均衡获得最优结果。可信即服务（trustworthiness as a service）是可信能力的目标效果，将可信功能以服务的形式对外提供，具体包括区块链服务、远程证明服务、隐私保护服务等。

上述的通信网络的新特性，例如，任务、计算、数据、多级智能协作和可信等，将会在下文进行全面、详细的介绍。

35 1、RAN 总体架构概述。

如上述 RAN 架构中的新特性（或称新能力）的引入，是 RAN 架构变革的主要驱动力。这些新特性的本质特征是跨多节点、多维资源（如计算、数据、算法、连接等）的基于任务的协同，从 RAN 架构来看，需要引入集中的协调节点提供区域内及区域间的任务协调。由此，本申请中的 RAN 节点可以分为：

cNode (cluster Node): 簇控制节点, 提供多个业务服务节点的区域级的集中协同功能, 以及跨区域的簇控制节点间的协同功能; 簇内 (或者说 cNode 可以提供集中协同的对应区域内), 提供任务的锚点功能; 空口上, 不提供连接功能、或仅提供连接的控制功能 (根据 RAN 架构的不同设计选项、所提供的功能有所不同);

- 5 sNode (serving Node): 业务服务节点, 提供任务的调度和执行功能; 空口上, 提供连接的控制和/或数据功能 (根据 RAN 架构的不同设计选项、所提供的功能不同)。

可选地, cNode 和 sNode 也可以分别称为网络元素 (network element, NE), 不作限定。如果将 cNode 和 sNode 的功能打开 (基站内部采用微服务化架构), 还可以进一步定义 cNode 和 sNode 内部的网络功能。

- 10 在 5G 中, 核心网功能已实现了 SBA 架构, 而 RAN 还是基于传统的非服务化 (non-SBA) 架构。而在本申请提供的方案中, RAN 架构演进存在两种方式: 一种是传统非服务化架构 (non-service based architecture, non-SBA), 另一种是服务化架构 (service based architecture, SBA)。

- 15 下文以 6G 通信系统为例说明本申请提供的 RAN 架构, 例如, 以 6G-RAN 为例进行说明。

1) RAN 架构 1: 基于非 SBA 化的 6G-RAN 架构

- 20 图 6 为适用于本申请的总体系统架构示意图。cNode 和 sNode 通过 Y1 接口相互连接。cNode 和 cNode 通过 Y2 接口相互连接。cNode 还通过 Tx 接口连接到 6GC, 更具体地说, 通过 T3 接口连接到网络接入功能 (network access function, NAF), 通过 T4 接口连接到连接功能控制面 (connectivity function-control, CF-C)。cNode 也通过 T2 接口与任务控制功能 (task control function, TCF) /任务处理功能 (task process function, TPF) 连接。

sNode 和 sNode 通过 Y3 接口相互连接。sNode 还通过 Ty 接口连接到 6GC, 更具体地说, 通过 T5 接口连接到 NAF, 通过 T6 接口连接到连接功能控制面 CF-C, 以及通过 T7 接口连接到连接功能的用户面 (connectivity function-user, CF-U)。

- 25 图 7 为非 SBA 化的 RAN 总体架构和接口的示意图。各功能之间的接口如图 7 中所示。用户面是否服务化与控制面是否服务化进行解耦设计。因此 CF-U 可以直接挂 BAS 总线 (即用户面也服务化)、或 CF-U 仅与 CF-C 以及 sNode 相连 (即用户面非服务化)。

2) RAN 架构 2: 基于 SBA 化的 6G RAN 架构

- 30 图 8 为 SBA 化的 RAN 总体架构和接口的示意图, RAN 采用 SBA 接口, 其中 CN 服务总线与 RAN 服务总线可以是共用一个总线, 也可以是两个独立的总线、并有互联接口。其中 cNode 提供的服务化接口暂为 S-c (以下称为第一服务化接口), sNode 提供的服务化接口暂为 S-s (以下称为第二服务化接口)。该图中是以两个独立总线的形式给出示意。

基于上述的 RAN 总体架构, 又分为基于连接的架构、基于任务的架构和基于可信的架构, 以下分别简称为连接架构、任务架构和可信架构, 下面分别阐述。

- 35 a) 连接架构

i. non-SBA 架构

针对纯连接的架构, 有如下两种方式:

- 连接架构 1 (即, 基于 non-SBA 的连接架构 1)

(空口) CP/UP 分离: 空口上, cNode 具有连接的控制面功能, sNode 具有连接的用

户面功能。

图 9 为 non-SBA 的连接架构 1 的示意图。cNode 通过 T3 接口与 NAF(UAM)进行 UE 初始接入的流程，通过 T4 接口与 CF-C 进行连接控制信令的交互；sNode 通过 T7 接口与 CF-U 进行通信并传输 UE 数据包。cNode 之间通过 Y2 接口进行 UE 切换相关的信令交互，并通过 Y1 接口控制 sNode 的用户数据转发（data forwarding）。sNode 之间通过 Y3 接口进行用户数据转发（data forwarding），通过用户面直连接口可有效降低转发时延。

- 连接架构 2（即，基于 non-SBA 的连接架构 2）

（空口）CP/UP 不分离：空口上，cNode 无连接功能，sNode 具有连接的控制面和用户面功能。

图 10 为 non-SBA 的连接架构 2 的示意图。sNode 通过 T5 接口与 NAF 进行 UAM 信令交互，并通过 T6 接口与 CF-C 进行连接的控制信令交互，并通过 T7 接口与 CF-U 建立数据承载并进行用户数据传输。sNode 之间通过 Y3 接口进行 UE 切换信令交互和数据包转发（data forwarding）。

图 11 为 non-SBA 的连接架构下 UE 的数据传输示意图。从 UE 角度来看，不同的连接架构所具备的功能不同。其中：

- 连接架构 1-（空口）CP/UP 分离：

UE 与 RAN 的通信，控制面直接与 cNode 直接通信，用户面与 sNode 直接通信；
UE 与 CN 的通信，控制面通过 cNode 与 CF 通信；用户面通过 sNode 与 CF 通信。

- 连接架构 2-（空口）CP/UP 不分离：

UE 与 RAN 的通信，控制面和用户面都是与 sNode 直接通信；

UE 与 CN 的通信，控制面和用户面都是通过 sNode 与 CF 通信。

针对上述两种连接架构，具体的连接业务相关的站间协商信令，也有两种方式。

图 12 为 non-SBA 的连接架构下站间协商的示意图。其中，方式 a：cNode 间直接协商，或 sNode 间由 cNode 统一协商；方式 b：sNode 间直接协商，cNode 不参与。

通过上述的组合，可以形成 1a、1b、2a、2b 多种连接架构方案；每种方案的具体功能不再赘述。

ii. SBA 架构

- 连接架构 1-（空口）CP/UP 分离（即，基于 SBA 的连接架构 1）

图 13 为基于 SBA 的连接架构 1 的站间协商的示意图。在该架构下，cNode 提供 S-c 接口，以供 NAF、CF-C 调用，用于传输连接的控制信令。此外，cNode 还通过 S-c 接口，供 cNode 其他调用、从而提供移动性信令功能。

网元间连接关系如下：

NAF/CF-C->cNode

cNode->cNode

其中，本申请中用符号“->”表示网元之间具有连接关系，例如，NAF/CF-C->cNode 表示 NAF/CF-C 与 cNode 之间可通过相应的接口连接，下文不再重复说明。

sNode 提供 S-s 接口，以供 CF-U 调用，用于传输用户数据。此外 sNode 还通过 S-s 接口，供其他 sNode 调用，从而提供移动性数据转发功能（data forwarding）。同时，sNode 间的数据转发需由 cNode 进行控制。

网元间连接关系如下:

CF-U->sNode

sNode->sNode

cNode->sNode

- 5 • 连接架构 2- (空口) CP/UP 不分离 (即, 基于 SBA 的连接架构 2)

图 14 为基于 SBA 的连接架构 2 的站间协商的示意图。在该架构下, sNode 提供 S-s 接口, 以供 NAF、CF-C、CF-U 调用, 分别传输连接的控制信令和用户数据。此外, sNode 还通过 S-s 接口, 供其他 sNode 调用, 从而提供移动性信令交互、数据转发 (data forwarding)。

网元间连接关系如下:

- 10 NAF/CF-C/CF-U->sNode

sNode->sNode

在基于 SBA 的连接架构 2 中, cNode 提供的 S-c 功能不提供连接相关的任何服务, 仅提供任务相关的服务。

b) 任务架构

- 15 i. non-SBA 架构

图 15 为非 SBA 化的任务架构。其中 cNode 负责新增特性的控制面功能, 例如任务锚点 (task anchor, TA) 以及数据处理功能 (例如, cNode 具备算力时, 也可部署任务调度 (task scheduler, TS) 和任务执行 (task executor, TE), 执行数据处理任务)。sNode 负责新增特性的部分控制面和用户面功能, 例如 TS 和 TE。其中: cNode 和 sNode 间通过 Y1 接口进行任务的管理; cNode 间通过 Y2 接口进行任务的协商功能; cNode 和 TCF 通过 T2 接口进行域间的任务协商; sNode 和 sNode 间通过 Y3 接口进行 TE 间的任务信令或数据交互。

- 20 图 16 为网元间的任务信令和任务数据交互示意图。其中, 针对网元间的任务控制, 可以是 cNode 对 sNode 的控制, cNode 间的任务协商, 以及 TCF 与 cNode 间的任务协商。
25 针对新特性数据服务, cNode 新增 DC 功能, 管理域内的 DA 以及 DA 的编排; 针对新特性 HiC, cNode 新增 HicC 功能, 进行协作实例的管理、HicA 的管理、以及协作 Pattern 的配置。

- 30 RAN 的数据面数据传输到核心网, 是由 cNode 汇聚 sNode 的数据面数据, 通过 T2-U 接口与 TPF 进行数据传输, 或者, 由 sNode 通过直连接口与 TPF 进行数据传输。TCF 作为 TA 时, 对 cNode 进行任务控制通过直连接口 (T2-C); 任务数据是 TPF 与 cNode 交互 (T2-U)。cNode 作为 TA 时, 对 sNode 进行任务控制和任务数据交互都是通过直连接口 (Y1-C 和 Y1-U)。cNode 作为 TA 时, 对相邻 cNode 进行任务信令协商和任务数据交互都是通过直连接口 (Y2-C 和 Y2-U)。可选地, 未来也可以支持 sNode 与 TPF 直连的方式。

- 35 图 17 为空口的任务信令和任务数据交互示意图。cNode 作为 TA 时, 对 UE 进行任务控制交互是通过任务资源控制 (task resource control, TRC) 直连接口或通过 sNode 中转; UE 与 sNode 之间的任务数据交互是通过任务资源数据 (task resource data, TRD) 数据接口、与 cNode 间任务数据是由 sNode 转发到 cNode。

图 18 为 T-NAS 的任务信令和任务数据交互示意图。其中, TCF 作为 TA 时, 对 UE

进行任务控制信令交互是通过 T-NAS 接口，该接口存在四种方式（如下面的任务架构 1a, 任务架构 1b, 任务架构 2a 和任务架构 2b）；而任务数据交互是由 sNode 转发给 cNode，并经由 cNode 处理（可选）后、再发送给 TPF。

1) 任务架构 1a-分布式 T-NAS:

- 5 基于连接架构 1, TCF 具有 T-NAS 能力, TCF 对 UE 的任务控制可直接封装成 T-NAS 消息、并通过 cNode 下发, cNode 对 UE 的任务控制也是直接下发、无需通过 sNode 中转。同时, 由于 CF-C 也具有连接的 T-NAS 能力, 因此 TCF 和 CF-C 都同时具有分布式 T-NAS 能力。

2) 任务架构 1b-分布式 T-NAS:

- 10 基于连接架构 1, 同任务架构 1a 类似, 区别在于是由 sNode 进转发。

3) 任务架构 2a-集中式 T-NAS:

基于连接架构 1, TCF 没有 T-NAS 能力, 所有的任务控制信令发送给 CF-C 后、由 CF-C 生成 T-NAS 消息, 并经由 cNode 下发给 UE, 或由 CF-C 代替生成 T-NAS 消息; 此时仅 CF-C 具有 T-NAS 能力（即 T-NAS proxy）, 因此称为集中式 T-NAS。

- 15 4) 任务架构 2b-集中式 T-NAS:

基于连接架构 2, 同任务架构 2a 类似, 区别在于是由 sNode 进转发。

ii. SBA 架构

针对任务架构, 采用 SBA 后的架构如图 19 所示。

- 20 图 19 为基于 SBA 的任务架构的示意图。其中, cNode 提供 S-c 接口, 以供 TCF 调用、用于跨区域的任务协商信令及任务数据传输; 并通过 S-c 接口、以供 cNode 调用、用于跨 cNode 的任务协商信令及任务数据传输。

网元间连接关系如下:

- TCF/TPF->cNode
- cNode->cNode

- 25 sNode 提供 S-s 接口, 以供 cNode 调用、用于 cNode 对 sNode 的任务控制信令交互和任务数据传输; 并通过 S-s 接口, 以供 sNode 调用, 用于在 sNode 间进行任务数据传输。

网元间连接关系如下:

- cNode->sNode
- sNode->sNode

- 30 注: RAN SBA 总线与 CN SBA 总线的关系, 可以是共享同一总线（如 CN 总线）、或独立的总线, 但共享方式更为高效。

c) 可信架构

i. non-SBA 架构

- 35 图 20 为基于 non-SBA 的可信架构的地面接口示意图。其中, 针对可信面, cNode 新增可信引擎（trustworthiness engine, TWE）, 为网络提供可信面的全局决策和管理信息, 以静态或动态的方式, 为可信面使能模块（trustworthiness gear, TWG）提供可信策略输入、激活并管理可信服务。具体功能包括但不限于为如下一项或多项:

账本锚定功能, 包括区块链节点的能力发现、能力部署、链的创建/管理/撤销的全生命周期管理、链的状态管理、上链策略配置和节点对区块链（block chain, BC）的访问授权

管理等;

网络全局可信策略功能,包括基于智能生成、存储和向其他方告知网络全局可信策略;

远程度量服务功能,包括存储证明结果、参考值、证明证据,生成远程证明挑战,验证证明证据;

5 隐私保护服务功能;

第三方安全防护功能。

cNode 和 sNode 均新增 TWG,为网络提供可信面的使能模块,接受 TWE 的配置和管理,执行可信能力。具体功能包括但不限于为如下一项或多项:

10 可信策略协商和决策能力,包括协商模式配置、输入参数生成和保存、可信策略生成功能;

密码能力,支持基于对称密钥和非对称密钥的加解密、签名,基础哈希算法,以及同态加密、后量子加密的调用和配置;

授权验证能力,支持静态授权验证功能,基于令牌(Token)的授权验证;

15 6G 区块链能力,含客户端、微节点、轻节点、全节点等模式,具有交易产生、查询、广播、验证、共识、通信、智能合约、存储;

态势感知能力,支持流量监测、资产监测、日志收集;

远程度量和验证能力,支持基于可信平台模块(trusted platform module, TPM)、软件保护扩展(software guard exxtensions, SGX)的远程度量和验证;

隐私保护能力,支持用户许可的生成和存储,各隐私保护算法的调用和配置。

20 图 21 为基于 non-SBA 的可信架构下,UE、AN 以及 CN 之间的可信信令交互的示意图。其中,UE 和 RAN 到 CN 的可信使能功能(trustworthiness enabler function, TEF)、可信装置功能(trustworthiness gear function, TGF)的可信信令传输方式如下:

TEF: TEF 与 cNode/sNode 有两种连接方式。一种连接方式为 CN TEF 可以直接与 cNode/sNode 直接连接,支持图 20 中 T8、T9 接口,RAN 的可信信令直接发送到 CN TEF/TGF,UE 的可信信令通过 cNode/sNode 发送到 CN TEF/TGF,不需要其他核心网网元转发;另一种连接方式为 CN TEF 可以不与 cNode/sNode 连接,图 20 中的 T8、T9 接口不存在,CN TEF 与 RAN/UE 的可信信令都需要 CF 转发,重用 T4、T6、T7 接口。

TGF: TGF 不与 cNode/sNode 连接,与 RAN/UE 的可信信令都需要 CF 转发,重用 T4、T6、T7 接口。

30 ii. SBA 架构

图 22 为基于 SBA 的可信架构的示意图。如图,在基于 SBA 的可信架构中,TWE/TWG 均以网络功能的形式与 cNode/sNode 一起挂载在串行总线接口(serial bus interface, SBI)总线上,成为 TEF(Trustworthiness Engine Function)和 TGF(Trustworthiness Gear Function)。其中,RAN TEF 对外提供 S-e 接口(本文称为第三服务化接口),RAN TGF 对外提供 S-g 接口(本文称为第四服务化接口)。

35 如上文所述,本申请中的 RAN 节点包括 cNode 和 sNode,下面介绍 cNode 和 sNode 的功能划分。

2、功能划分

在不同的架构中,cNode 和 sNode 各自的功能有所不同。

图 23 为 cNode 和 sNode 的功能划分的示意图。

针对连接，以上述 RAN 连接架构 1 为例，cNode 具有如下功能中的一项或多项：

- 跨小区的资源协商、信令/数据承载控制、移动性管理或测量控制等。

针对新特性，cNode 具有如下功能中的一项或多项：

- 5 - 任务锚点（TA），具有任务的分解、合并等功能，以及对其下的 TE 资源的管理功能，例如为每个任务分配对应的 TE 节点、以及每个 TE 节点针对该任务的计算/数据/模型资源等；
- 10 - 计算锚点（computing anchor, CA），具有计算任务的分解、合并等功能，以及对其下的 TE 资源的管理功能，例如为每个任务分配对应的计算执行（computing executor, CE）节点、以及每个 CE 节点针对该任务的计算资源；
- 15 - 数据控制（DC），具有数据任务粗粒度的编排、在本地域中依据 DA 的能力和数据处理服务请求对数据管道进行组合，接收 DA 的能力报告并实现对 DA 的注册和撤销；
- 多智体协作控制（HicC），具有各层级网元、终端协作能力的收集、接收协作请求，创建协作实例、配置协作模式（pattern）以及协作 QoS 的管理和协作过程中的优化的功能；
- 20 - 可信引擎（TWE），为网络提供可信面的全局决策和管理信息，以静态或动态的方式，为可信面使能模块 TWG 提供可信策略输入、激活并管理可信服务。具体包括账本锚定、网络全局可信策略、远程度量、隐私保护、第三方安全防护等功能；
- 可信装置（TWG），为网络提供可信面的使能模块，接受 TWE 的配置和管理，执行可信能力。具体包括可信策略协商和决策、密码、授权验证、6G 区块链、态势感知、远程度量和验证、隐私保护等功能。
- 可选地，cNode 也可以部署计算和数据处理能力，可选地支持 TE/CE/DA 等功能。
- 针对连接，sNode 具有如下功能中的一项或多项：
- 数据无线承载的管理，用户数据的空口资源调度等；
- 针对新特性，cNode 具有如下功能中的一项或多项：
- 25 - 任务调度（TS），具有任务的资源调度功能，例如为每个任务分配实时的资源（对应的 TE 节点、以及每个 TE 节点针对该任务的计算/数据/模型资源分配等）；
- 任务执行（TE），具有任务的执行功能，根据 TA 或 TS 的资源控制/调度，从而使用对应资源执行特定任务；
- 计算调度（computing scheduler, CS），具有计算任务的资源调度功能，例如为每个
- 30 计算任务分配实时的资源（对应的 TE 节点、以及每个 TE 节点针对该任务的计算资源分配等）；
- 计算执行（CE），具有计算任务的执行功能，根据 CA 或 CS 的资源控制/调度，从而使用对应资源执行特定计算任务；
- 数据代理（DA），具有数据任务的执行功能，根据 DO 或 DC 的控制，从而执行特
- 35 定数据任务；
- 多智体协作代理（HicA），具有智能协作的执行功能，执行具体的协作流程；包括协作 Pattern 的解析和配置本地协作参数，协作交互信息的生成和处理，AI/ML 的训练和推理；
- 可信装置（TWG），参见上述 TWG 的功能。

针对连接, CN NAF 具有如下功能中的一项或多项:

- 初始接入的鉴权与认证;
- 初始连接的选择功能。

针对连接, CN NF-C 具有如下功能中的一项或多项:

- 5 - 除了初始接入、和初始选择之外的后续信令功能, 具体包括 NAS 安全, 移动性管理, UE IP 地址分配, PDU session 控制等中的一项或多项。

针对连接, CN NF-U 具有如下功能中的一项或多项:

- 负责移动性锚点, PDU 处理等。

针对新特性, CN TCF 具有如下功能:

- 10 - 上述 TA、CA、HicC、TS、CS、DC 等功能中的一项或多项。

针对新特性, CN TPF 具有如下功能中的一项或多项:

- 上述 TE、CE、DA、HicA 等功能。

针对可信, CN TEF 具有如下功能中的一项或多项:

- 上述 TWE 的功能。

- 15 针对可信, CN TGF 具有如下功能中的一项或多项:

- 上述 TWG 的功能。

下面介绍本申请 RAN 架构下的空中接口。

3、空中接口。

- 20 图 24 为本申请提供的 RAN 架构以及业务功能面选项的示意图。如图 24, 针对新特性与连接的关系, 空口协议栈有四种设计方式:

选项 1: 连接的控制面和用户面不变, 新增的所有特性 (本文中称为新增特性或新特性或第一功能) 融合到其中;

选项 2: 在选项 1 的基础上, 把任务数据面和连接的用户面分离, 其它不变;

选项 3: 连接的控制面和用户面不变, 新增任务控制面和任务数据面;

- 25 选项 4: 连接的控制面和用户面不变, 新增计算面、数据面和智能面。

针对选项 4, 其中新增面都有各自的控制面和用户面, 图 24 中未画出。从选项 1 至选项 4, 各个面的功能定义从融合趋向于独立。

下面针对每个选项进行详细说明。

在介绍具体的选项前, 先讨论协议栈的多种设计方式, 如图 25 所示。

- 30 图 25 为各功能面的控制面协议栈的两种设计方式的示意图, 具体地:

- 方式 1: UE 与基站/核心网 (core network, CN) 的信令传输通过传统的 RRC/NAS 通道传输, 通过在已有通道上新增应用消息从而支持新增功能面的控制信令的传输;

- 方式 2: UE 与基站/CN 的信令传输都新定义一层, 该层信令既可以终结在基站, 也可以由基站转发给 CN、并在 CN 终结。因此新增该协议层除了用于传输功能信息外, 还

35 额外用于路由目的 (基站终结、或 CN 终结)。

UE 的空口协议栈包括控制面协议栈和数据面协议栈, 其中, 控制面协议栈包括第一子层, 第一子层支持第一功能的控制信令的传输, 或者第一子层支持第一功能的控制信令的传输以及路由功能, 第一功能包括计算、数据、智能和可信中的一项或多项。应理解, 第一子层是泛指支持第一功能的控制信令的传输的子层, 本申请不限定该第一子层的具体

实现。

图 26 为针对路由层的、数据面协议栈的设计方式，如图 26，各功能面的数据面协议栈需要支持任意路由的机制，针对路由层有如下三种方式：

- 方式 1：在已有层增加路由信息，如空口已有的 T-PDCP 层增加路由标识信息（如源节点标识、目的节点标识、QoS 信息等）；上行时，基站解析该信息并终结；下行时，基站在该层添加路由信息。如图 28，基站在 T-PDCP 层增加路由信息。

- 方式 2：新增独立的路由层（routing layer），设计上功能更解耦、清晰（即业务与路由解耦）；基站根据该路由层的信息进行路由、修改路由信息（可选）。此外，UE 与 RAN 侧的空口路由层与 RAN 与 CN（TPF）之间的路由层可以独立定义。
- 方式 3：在新增业务层上增加路由信息。

图 27 为针对可信功能与业务特性之间的关系示意图。

1) （业务数据相关的）可信信令/可信数据传输（如连接数据的加、解密对应的可信功能控制信令、以及密钥数据信息等）

- opt1：通过业务的控制面及承载、随路传输（如用于业务数据加解密的密钥信息的传输）；
- opt2：通过业务的数据面及承载、随路传输（如用于业务数据加解密的密钥信息的传输）；
- opt3：通过独立的可信控制面及信令承载、独立传输（相对于业务信令）；
- opt4：通过独立的可信数据面及数据承载、独立传输（相对于业务信令）。

2) 业务数据相关的数据传输（如进行加密和完保之后的业务数据）

- opt1-业务面承载：针对数据发送端，业务调用可信模块的功能，获得加密之后的数据，通过业务面及承载传输经过可信处理后的业务数据；接收端对等操作；
- opt2-可信面承载：针对数据发送端，业务或应用层将原始数据发送给可信，可信进行数据加密，通过可信面及承载传输经过可信处理后的业务数据；接收端对等操作。

3) （业务无关的）可信信令/数据传输（可信自身业务信令和数据，如区块链等）

- opt1：与业务面进行融合、随路传输（如下文 3.1 的选项 1、3.2 的选项 2、3.3 的选项 3）；
- opt2：独立可信面（如下文 3.4 中的选项 4 中，进一步新增可信面，具体包括可信控制面和可信数据面）。

3.1、选项 1：共享功能面

1) 任务

针对不同的任务架构，控制面设计上有所不同。

• 任务架构 1a/1b（分布式 T-NAS）

针对 RAN 连接架构 1/2（CP/UP 分离、不分离）+任务架构 1a/1b（分布式 T-NAS），如图 28 和图 29，其中显示了控制平面的协议栈。具体地，图 28 为控制面协议栈-任务信令（分布式 T-NAS: RAN 连接架构 1），图 29 为控制面协议栈-任务信令（分布式 T-NAS: RAN 连接架构 2）。

以上行为例，用户的连接数据转发到 NAF/CF-C，任务信令转发到 TCF。其中，针对 RAN 连接架构 1，是由 cNode 转发；针对 RAN 连接架构 2，是由 sNode 转发到 cNode，

并由 cNode 转发给 TCF。

- 任务架构 2a/2b (集中式 T-NAS)

针对 RAN 连接架构 1/2 (CP/UP 分离、不分离)+任务架构 2a/2b (集中式 T-NAS)，参见图 30，其显示了控制平面的协议栈，其中：

- 5 -T-PDCP、RLC 和 TRS 子层 (在网络侧终止于 cNode 或 sNode) 的功能详见下文空中接口-协议层部分的介绍；

-TRC 在网络侧终止于 cNode (RAN 连接架构 1) 或 sNode (RAN 连接架构 2)，其功能详见下文 6.3 节的介绍；

- 10 -T-NAS 控制协议 (在网络侧以 NAF 和 CF-C、或 TCF 终止) 执行 TS25.501[3]中列出的功能，例如：身份验证、移动性管理、安全控制等。

其中，针对 RAN 连接架构 1，是由 cNode 转发；针对 RAN 连接架构 2，是由 sNode 转发。

- 15 针对任务数据，cNode 为 TA 时，UE 先将任务数据发送给 sNode，再由 sNode 发送给 cNode，并最终由 cNode 对该任务数据进行处理 (例如与其他 TE 的子任务数据进行合并和处理)，或由 UE 直接发送给 sNode，sNode 处理并终结该数据。

针对任务数据，TCF 为 TA 时，UE 先将任务数据发送给 sNode，再由 sNode 发送给 cNode，并由 cNode 处理后 (例如任务数据的汇总) 发送给对应 TPF。

- 20 针对 RAN 连接架构 1/2 (若为 RAN 连接架构 1 即为 CP/UP 分离、若为 RAN 连接架构 2 即为 CP/UP 不分离)，图 31 显示了用户平面的协议栈，其中，TRD、T-SDAP、T-PDCP、RLC 和 TRS 子层 (终止于网络侧的 sNode) 的功能详见下文的介绍。

2) 连接

采用共享功能面时，针对连接的信令，cNode 与 NAF/CF-C 直接交互，此时空口协议栈进行功能回退，由任务回退到连接协议栈，详见图 32 所示：

- 25 • T-NAS: 回退到 NAS;
• TRC: 回退到 RRC;
• T-SDAP: 回退到 SDAP;
• TRS: 回退到 MAC。

针对连接数据，sNode 与 CF-U 直接交互，此时空口协议栈进行功能回退，由任务回退到连接协议栈，详见图 33 所示：

- 30 • Task PDUs: 回退到 Data PDUs;
• TRD: 回退到透明模式;
• T-SDAP: 回退到 SDAP;
• TRS: 回退到 MAC。

3.2、选项 2: 融合控制面+连接用户面+任务数据面

- 35 在选项 2 中，连接的用户面协议栈保持不变。

此外，新增独立的任务数据面。

此外，连接控制面和任务控制面进行合并，如选项 1 中的融合控制面协议栈。

3.3、选项 3: 连接控制/用户面+任务控制/数据面

在选项 3 中，连接的控制面协议栈和用户面协议栈不变。

新增任务控制面协议栈和任务数据面协议栈。

3.4、选项 4：连接控制面/用户面+独立功能面

3.4.1、独立计算面

5 计算连接控制实时感知计算连接的状态，对计算连接进行连接资源控制、质量控制、终端状态和移动性等支持；对传输计算数据所需的计算连接进行控制，如支持计算连接的建立、更改、迁移、重建、删除等过程，并支持连接资源的调配。计算执行功能之间的计算连接传输成为计算无线会话。

10 计算执行控制对节点计算执行功能使用的计算资源进行分配、控制执行的计算操作量、控制计算质量，并支持终端移动性。计算资源的控制实时感知计算资源的状态，控制计算资源的调配，如计算资源的添加、修改、删除、释放等；计算质量的控制根据资源量、精度和时延需求，编排计算操作，配置计算过程相关参数（如计算精度、量化精度、稀疏化等）；计算资源控制 CRC 可以在 TRC 层、T-NAS 层、Tx-AP（例如 T2 application protocol (T2AP)~ T9 application protocol (T2AP)）和 Yx-AP（例如，Y1 application protocol (Y1AP)~ Y3 application protocol (Y3AP)）层实现计算执行控制功能，实现对 UE、基站计算功能的
15 计算执行控制。

20 计算业务和通信业务将分属不同的服务类型，计算数据的传输承载与通信数据的传输承载（连接终端与数据网络（datanetwork, DN）的 PDU 会话包括：终端与基站之间的数据无线承载、以及基站与 CF-U（即 6G UPF）之间的用户面的 GPRS 隧道协议（GPRS tunnelling protocol for the user plane, GTP-U）隧道）需要有所区分，其中，GPRS 表示通用分组无线业务（general packet radio service）。同时，由于业务模型的不同，即计算数据在参与计算的
25 网络节点间可能存在特别的交互模式（如终端与网络协作的模型分割推理或训练），以及对连接质量可能存在特殊需求，面向计算数据的传输设计新型承载协议的可能性。计算面传输方式是承载层面引入新的承载方式，如空口部分的计算无线承载（computing radio bearer, CRB）、6G 站间接口部分的计算承载（computing bearer, CB），并在会话层面引入新的无线计算会话协议（radio computing session protocol, RCSP），称为 RCSP 会话。RCSP 实现计算执行功能之间的端到端计算数据交互，完成多节点之间的计算协作。RCSP 通过计算会话标识来识别不同的计算任务，并做对应的 QoS 控制。

30 图 34 是以 RAN 连接架构 1 为例介绍独立计算面的协议栈。其中信令部分可重用任务控制面协议栈，数据部分采用新的计算面协议栈（如新增 RSCP 协议层用于计算数据的传输）。

3.4.2、独立数据面

对应每个数据服务任务，DC 编排选择执行任务的 DA，并给涉及的每一个 DA 下发其需要执行的功能（比如数据采集、数据预处理或者数据分析等）。

35 数据面控制信令消息无需路由，所有接收到数据面信令消息的 DA 都是该消息的终结点。初始的数据面控制消息比如 UE 到 DC 的注册请求，数据承载的建立等通过 RRC 信令传输。后续的控制信令通过 DFCEP-C 传输。

数据面业务数据消息支持任意拓扑，支持如下三种路由方式中的一种或多种：

1) DC 将路由信息下发给每一个 DA，数据包中携带数据服务任务标识（data service identifier, DSID），根据 DSID 查找路由表，将数据转发给下一跳 DA；

2) DC 将路由信息下发给入口的 DA, 然后在每一个数据包的头部携带路由信息, DA 收到数据包后解码包头部, 根据路由信息获取下一跳 DA;

3) 采用编码方式, 按照规则给每个 DA 分配 DA 标识 (DAID), 并计算数据管道 (data pipe identity, DPID), 根据 $DPID \% DAID$ 得到下一跳 DA, 其中所述规则取决于具体实现, 不作限定;

基站收到 UE 上报的数据面业务数据后, 根据 DC 的功能指示来决定是否对数据包进行处理, 完成后重新封装 DFUP-U 数据包发送给下一跳 DA, 或者终结该数据包。

独立数据面的控制消息协议栈如图 35 (以协议栈设计方式 2 为例), 独立数据面的业务消息协议栈如图 36 所示。

3.4.3、独立智能面

智能面用于支撑 HiC 智能协作服务, 各层级网元上都需要具备 HiC 相关的逻辑功能和协议接口, 才能让网络内的智能网元彼此间可以协作起来。网元上的智能, 首先是服务于网络本身的各种功能特性, 其次是第三方部署到网络内的 AI 任务和模型。

智能协作的控制层面, 需要保证协作模式 (pattern) 的高效组织, 为此需要各网元协作能力的查询和上报, 确定协作集后发出协作请求, 创建协作实例, 并配置协作 pattern 下的各参数。另外, 还需要针对协作过程中的网络变化和协作状态变化进行实时的配置更新和优化。

智能网元间的交互的智能表征, 包括梯度、模型、知识等。与以往移动业务的数据不同的是, 智能表征的交互在网络内产生、传递, 也在网络内终结。在空口上, 主要包括 cNode、sNode 以及核心网 TPF 与 UE 间的协作交互。

3.4.4、独立可信面

可信面执行 TWE 和 TWG 的功能调用, 为连接面、任务面、计算面、数据面、智能面等其他面提供可信支撑, 满足其安全需求。以加密和完整性保护为例, 可信控制面完成度量和鉴权后, 生成类 NAS 加密密钥、类 NAS 完保密钥、T-PDCP 加密密钥、T-PDCP 完保密钥等, 分配给其它面, 后者执行加密和完整性保护。

可信控制面执行可信的建立和配置, 包括可信功能的管理, 可信内部各 enabler 的控制, 以及可信协商。可信内部各 enabler 的控制包括区块链的创建、更新、区块链/链节点管理, 区块链能力部署、能力发现、能力激活、运行参数、链节点身份管理、节点动态加入、动态退出; 安全接入的身份认证, 如鉴权向量、鉴权参数的获取; 设备可信性度量, 如可信证明向量、可信证明参数的获取; 同态处理的密钥协商等。

图 37 为独立可信控制面协议栈的示意图。其中 (trustworthiness UE-Core network protocol, TUCP) 主要负责 UE 和核心网之间的可信信令传输, (trustworthiness UE-RAN protocol, TURP) 主要负责 UE 和接入网之间的可信信令传输, (encryption and integrity protection protocol, EIP) 主要负责对可信数据的加解密和完整性保护。TUCP、TURP 的功能由 TWE 和 TWG 执行。EIP 的非安全相关功能由 UE/sNode/cNode 内除 TWE 和 TWG 外的其他模块执行, 安全相关功能有两个选项 (option):

- option1: TWG 提供 TruA 功能 (即安全协商和安全功能必需的参数和配置, 如加解密和完整性保护密钥、隐私保护标识等), 以及 Enabler 功能 (如 Crypto Enabler 的加解密和完整性保护功能等);

• option2: TWG 提供 TruA 功能, UE/sNode/cNode 内除 TWE 和 TWG 外的其他模块执行功能。

独立可信业务面执行可信数据的处理和传输, 包括可信建立及配置后 TWE 和 TWG 具体的业务流程。可信数据具体可包括区块链的交易/区块等同步数据, 态势感知的数据, 同态加密的密文、计算结果等数据, Trusted Root 管理数据, 以及密钥等。可信业务面协议栈如图 38 所示, 其中 EIP 层主要负责对可信数据的加解密和完整性保护, (trustworthiness bearer protocol, TBP) 主要负责对可信数据的包处理。TBP 协议层可根据数据包头判断终结点。TBP 的功能全部是由 TWE 和 TWG 执行的, EIP 的功能同前文所述。

下面介绍本申请提供的 RAN 架构下的网元接口。

4、网元接口。

网元接口, 又称为地面接口, 基于用途也分为控制面协议栈和用户面协议栈。

针对控制面协议栈, 若采用 non-SBA 接口、则可考虑重用 5G 的基于“xx-AP/SCTP/IP”的方案; 若采用 SBA 接口、则可以考虑重用 5G CN 中的基于“restful/SCTP/IP”的方案。

针对用户面协议栈, 若采用 non-SBA 接口、则考虑多种增强方案, 如图 39 所示:

方案 1: 重用 5G 方案, 如基于“GTP-U/UDP/IP”的协议栈;

方案 2: 基于“GTP-U/QUIC/IP”的协议栈;

方案 3: 基于“RDMA/IB 传输/IB 网络”的协议栈;

方案 4: 基于“GTP-U/SRv6”的协议栈;

方案 5: 基于“GTP-U/模型或数据标识”的协议栈。

下文针对控制面和用户面的各接口, 仅以方案 1 为例进行详细介绍。

4.1、non-SBA 接口

i. Y1 Interface

Y1 用户平面接口 (Y1-U) 定义在 cNode 节点和 sNode 之间。Y1 接口的用户面协议栈如图 42 所示。传输网络层建立在 IP 传输之上, 在 UDP/IP 之上使用 GTP-U 来承载 cNode 节点和 sNode 之间的用户平面 PDU。

Y1 控制平面接口(Y1-C)定义在 cNode 节点和 sNode 之间。Y1 接口的控制平面协议栈如图 40 所示。传输网络层建立在 IP 传输之上。为了可靠地传输信令消息, 在 IP 之上添加了流控制传输协议 (stream control transmission protocol, SCTP)。应用层信令协议称为 Y1AP (Y1 application protocol)。SCTP 层提供有保证的应用层消息传递。在传输中, IP 层点对点传输用于传递信令 PDU。

ii. Y2 Interface

Y2 接口的用户面接口和控制面接口参见图 41。

Y2 用户平面接口(Y2-U)定义在 cNode 节点和 cNode 之间。用于传输任务数据或 UE 的通信数据 (例如 UE 在两个 cNode 之间切换时进行 data forwarding)。

Y2 用控制面接口(Y2-C)定义在 cNode 节点和 cNode 之间。不仅用于传输纯连接的信令, 也用于传输任务信令。

iii. Y3 Interface

Y3 接口的用户面接口和用户面接口参见附图 42。

Y3 用户平面接口(Y3-U)定义在 sNode 节点之间。用于传输连接数据 (UE 的通信数

据)或任务数据(例如 sNode 参与的任务的上下文转给其他 sNode)。

Y3 用控制面接口(Y3-C)定义在 sNode 节点之间。仅用于传输任务或连接的信令。

iv. T2 Interface

T2 接口的用户面接口和用户面接口参见附图 43。

5 T2 用户平面接口(T2-U)定义在 cNode 节点与 TPF 之间。用于传输任务数据。

T2 控制平面接口(T2-C)定义在 cNode 节点与 TCF 之间。用于传输任务信令。

v. T3 Interface

T3 用控制面接口(T3-C)定义在 cNode 节点和 NAF 之间,参见图 44 所示,T3-C 用于传输连接信令。

10 vi. T4 Interface

T4 用控制面接口(T4-C)定义在 cNode 节点和 CF-C 之间,参见图 45 所示,T4-C 用于传输连接信令、或透传任务信令(T-NAS)。

vii. T5 Interface

15 T5 用控制面接口(T5-C)定义在 sNode 节点和 NAF 之间,参见图 46 所示,用于传输连接信令、或透传任务信令(T-NAS)。

viii. T6 Interface

T6 用控制面接口(T6-C)定义在 sNode 节点和 CF-C 之间(连接架构 2:如 cNode 对连接不感知,sNode 承担所有连接相关功能),如图 47 所示,用于传输连接信令、或透传任务信令(T-NAS)。

20 ix. T7 Interface

T7 用控制面接口(T7-U)定义在 sNode 节点和 CF-U 之间,如图 48 所示,用于传输连接数据、或透传任务数据。

xi. T8 Interface

T8 接口的控制面接口和用户面接口参见图 49。

25 T8 控制平面接口(T8-C)定义在 cNode 节点和 TEF 之间,用于传输可信信令。

T8 数据平面接口(T8-U)定义在 sNode 节点和 TEF 之间,用于传输可信数据。

xii. T9 Interface

T9 接口的控制面接口和用户面接口参见图 50。

T9 控制平面接口(T9-C)定义在 sNode 节点和 TEF 之间。用于传输可信信令。

30 T9 数据平面接口(T9-U)定义在 sNode 节点和 TEF 之间。用于传输可信数据。

4.2、SBA 接口

i. S-c Interface

35 根据 RAN 连接架构的不同,S-c 接口提供的功能不同。例如,针对 RAN 连接架构 1(即 CP/UP 分离架构),cNode 提供连接相关的信令功能;而针对 RAN 连接架构 2(即 CP/UP 不分离架构),cNode 不提供连接功能。

针对任务架构,cNode 通过 SC-C 和 SC-U 提供任务信令和任务数据传输的功能,如图 51 所示。

ii. S-s Interface

根据 RAN 连接架构的不同,S-s 接口提供的功能不同。例如,针对 RAN 连接架构 1

(CP/UP 分离架构), sNode 提供连接相关的数据转发功能; 而针对 RAN 连接架构 2(CP/UP 不分离), sNode 提供连接的信令控制功能和数据转发功能。

针对任务架构, sNode 通过 SS-C 和 SS-U 提供任务信令和任务数据传输的功能, 如 52 所示。

5 iii. S-e Interface

S-e (service-engine) 接口是 SBA 中 TWE 对外的接口, 提供以下功能中的一项或多项:

- 可信服务调用 (包括网络全局可信策略服务、区块链服务、远程证明服务等);
- 可信信息订阅 (包括能力信息、网络全局可信策略、区块链能力信息等);
- 10 - 可信功能管理 (engine 分层管理)。

S-e 接口支持 Se-AP 协议, 如图 55 所示, 图 53 为 S-e 协议栈。

iiii. S-g Interface

S-g (service-gear) 接口是 SBA 中 TWG 对外的接口, 提供以下功能中的一项或多项:

- 可信服务调用 (安全能力信息、认证、授权、区块链、态势感知、远程证明等);
- 15 - 可信信息订阅 (订阅状态、能力信息);
- 可信功能管理 (TEF 管理 TGF)。

S-g 接口支持 Sg-AP 协议, 如图 54 所示, 图 54 为 S-g 协议栈。

下面介绍本申请提供的 RAN 架构下的端到端协议栈。

5、端到端协议栈。

20 5.1、选项 1: 共享功能面

具体地, 共享功能面是指各功能 (包括本申请提出的第一功能, 例如, 可信、计算、智能等) 共享一个协议栈。

5.1.1、任务

任务接口涉及四类接口: UE 与 RAN 的任务接口、UE 与 TCF 的任务接口、RAN 与 CN 的任务接口、RAN 与 RAN 的任务接口, 下面分别进行阐述。

1) 类型 1: UE 与 RAN 的任务接口

针对不同的连接架构可以有不同的任务架构。

• RAN 连接架构 1- (空口) CP/UP 分离

针对 RAN 连接架构 1-CP/UP 分离, UE 与 cNode 的任务信令和数 (RAN 作为 TA 控制 UE 执行任务), 端到端控制面协议栈和用户面协议栈有 non-SBA 和 SBA 两种方案。

若采用 non-SBA 接口, UE/RAN 间任务的端到端控制面协议和用户面协议栈分别如图 55 和 56 所示:

■ 信令: UE<->cNode, UE 与 cNode 的信令通信无需中转;

■ 数据: UE<->sNode<->cNode, UE 与 cNode 的数据通信需经过 sNode 中转。

35 若采用 SBA 接口:

■ cNode 提供 S-c 接口, sNode 提供 S-s 接口。

• RAN 连接架构 2- (空口) CP/UP 不分离

针对 RAN 连接架构 2-CP/UP 不分离, UE 与 cNode 的任务信令和数 (RAN 作为 TA 控制 UE 执行任务), 端到端控制面协议栈和用户面协议栈有 non-SBA 和 SBA 两种方案。

若采用 non-SBA 接口，UE/RAN 间任务的端到端的控制面协议栈和用户面协议栈分别如图 57 和图 58:

■ 信令: UE<->sNode<->cNode, UE 与 cNode 的信令通信需经过 sNode 中转;

■ 数据: UE<->sNode<->cNode, UE 与 cNode 的数据通信需经过 sNode 中转。

5 若采用 SBA 接口:

■ cNode 提供 S-c 接口, sNode 提供 S-s 接口。

2) 类型 2: UE 与 TCF 的任务接口

针对不同的任务架构, 具有不同的接口设计。

• 任务架构 1a/1b (分布式 T-NAS)

10 针对 UE 与 TCF 间的任务信令和数据 (CN 作为 TA 控制 UE 执行任务), 针对任务架构 1a/1b (分布式 T-NAS), 端到端控制面协议栈和用户面协议栈有 non-SBA 和 SBA 两种方案。

若采用 non-SBA 接口, 参见图 59~61: 图 59~图 61 分别为 UE/CN 间任务的端到端控制面协议栈 (针对任务架构 1a)、UE/CN 间任务的端到端控制面协议栈 (针对任务架构 15 1b)、以及 UE/CN 间任务的端到端用户面协议栈 (针对任务架构 1a/1b)。

■ 信令: UE<->cNode/(cNode+sNode)<->TCF, UE 与 TCF 的信令通信需经过 cNode/(cNode+ sNode)中转;

■ 数据: UE<->sNode<->cNode<->TCF, UE 与 TCF 的通信需经过 sNode 和 cNode 的多节点中转。

20 若采用 SBA 接口:

■ cNode 提供 S-c 接口, sNode 提供 S-s 接口。

• 任务架构 2a/2b (集中式 T-NAS)

25 针对 UE 与 TCF 间的任务信令和数据 (CN 作为 TA 控制 UE 执行任务), 针对任务架构 2a/2b (集中式 T-NAS), 端到端控制面协议栈和用户面协议栈有 non-SBA 和 SBA 两种方案。

若采用 SBA 接口, 如附图 62~63: 图 62~图 63 分别为 UE/CN 间任务的端到端控制面协议栈 (针对任务架构 2a/2b)、UE/CN 间任务的端到端用户面协议栈 (针对任务架构 2a/2b)。

■ 信令: UE<->cNode/(sNode+cNode)<->NAF/CF-C<->TCF, UE 与 TCF 的信令通信需经过 cNode/(sNode+cNode)和 NAF/CF-C 的多节点中转;

30 ■ 数据: UE<->sNode<->cNode<->TPF, UE 与 TPF 的数据通信需经过 sNode 和 cNode 的多节点中转。

若采用 SBA 接口:

■ cNode 提供 S-c 接口, sNode 提供 S-s 接口。

3) 类型 3: RAN 与 TCF 的任务接口

35 针对 RAN 节点与 CN 节点间的任务信令和数据 (CN 与 RAN 协商执行任务), 端到端控制面协议栈和用户面协议栈有 non-SBA 和 SBA 两种方案。

若采用 non-SBA 接口, 如图 64~图 65, 图 64~图 65 分别为 CN/RAN 间任务的端到端控制面协议栈以及 CN/RAN 间任务的端到端用户面协议栈:

■ 信令: sNode<->cNode<->TCF, sNode 与 TCF 的信令通信需经过 cNode 中转; CN

与 RAN 进行 Task 的信令和数据交互，只能通过 TCF 和 cNode 之间进行（作为对等 TA/TS）。

- 数据：sNode<->cNode<->TCF，sNode 与 TCF 的数据通信需经过 cNode 中转；cNode 将 TCF 的任务，进一步分解到 sNode 执行（也可以分解到 UE 执行）。

5 若采用 SBA 接口：

- cNode 提供 S-c 接口，sNode 提供 S-s 接口。

4) 类型 4: RAN 与 RAN 的任务接口

cNode2 作为 TA 请求周边 cNode1（TA）执行任务，也是存在 non-SBA 和 SBA 两种方案。

10 若采用 non-SBA 接口，如图 66 和图 67，分别为 RAN/RAN 间任务的端到端控制面协议栈和 RAN/RAN 间任务的端到端用户面协议栈：

- 信令：sNode/cNode1<->cNode2；
- 数据：sNode/cNode1<->cNode2。

若采用 SBA 接口：

15 ■ cNode 提供 S-c 接口，sNode 提供 S-s 接口。

5.1.2、连接

针对连接，端到端控制面协议栈和用户面协议栈分别如图 68 和图 69 所示：

若采用 non-SBA 接口：

- 20
- 信令：UE<->cNode<->NAF/CF-C，UE 与 NAF/CF-C 的信令通信需经过 cNode 中转；
 - 数据：UE<->sNode<->CF-U，UE 与 CF-U 的数据通信需经过 sNode 中转；

若采用 SBA 接口：

- 25
- 地面接口：cNode 提供 S-c 接口，sNode 提供 S-s 接口；
 - 空口：cNode 提供 S-c-Uu 接口，sNode 提供 S-s-Uu 接口；
 - 空口：UE 提供 S-UE-Uu 接口（包括 T-NAS 层服务、TRC 层服务、T-PDCP 层服务、RLC 层服务、TRS 层服务、以及 PHY 层服务等）。

5.2、选项 2: 融合控制面

在选项 2 中，连接的用户面协议栈保持不变。

此外，新增独立的任务数据面。

30 可选的，连接控制面和任务控制面进行合并，如选项 1 中的融合控制面协议栈。

5.3、选项 3: 任务控制/数据面

该选项中，连接的控制面协议栈和数据面协议栈不变。

新增任务控制面协议栈和任务数据面协议栈。

5.4、选项 4: 独立功能面

35 具体地，独立功能面是指针对第一功能增加独立的计算面、数据面和智能面中的一项或多项，并保持连接的控制面和用户面不变。

5.4.1、独立计算面

针对计算面控制信令协议栈如下：

空口计算连接控制可以基于 RRC 现有协议机制来实现，即通过修改 RRC 协议或通过

调用 RRC 协议的基本功能以支持计算连接的控制；计算执行控制由 CRC 实现，CRC 可以与 RRC 独立，也可以与 RRC 融合成 xRC，xRC 可以作为 TRC 的一个子功能。CRC 用于控制计算执行功能占用的计算资源、计算操作量、计算质量等。

- 5 UE 与核心网的计算连接控制可以通过修改或增强 NAS 的基本功能从而支持计算连接的控制；计算执行控制可以通过 TCF（任务控制功能）来实现对计算执行功能地址、计算任务、算力地图信息等的维护。

下面分别针对计算连接控制功能、计算执行控制功能展开说明。

- 计算连接控制功能可以在 TCF，也可以通过 CF-C 增强实现

- 10 计算连接控制实时感知计算连接的状态，对计算连接进行连接资源控制、质量控制，并支持终端状态感知和移动性下的业务连续性保证；对传输计算数据所需的计算连接进行控制，如支持计算连接的建立、更改、迁移、重建、删除等过程，并支持连接资源的调配。

- 计算执行控制功能可以在 TCF，也可以通过独立的 CMF 功能实现

- 15 计算执行控制对节点计算执行功能使用的计算资源进行分配、控制执行的计算操作量、控制计算质量，并支持终端移动性。计算资源的控制实时感知计算资源的状态，控制计算资源的调配。

基站与核心网的计算连接控制、计算执行控制可以通过 TCF 来实现对计算执行功能地址、计算任务、算力地图信息等的维护。TCF 与基站之间的计算执行控制功能交互可以基于 T2-AP 机制来实现。

针对计算面业务协议栈如下：

- 20 计算面的传输部分用于不同节点的计算执行功能之间传输计算数据，意味着计算面的数据不需要传输到 DN，因此，计算面传输机制的设计需要与传统通信用户面有所区分。

- 图 70 为端到端计算面的业务面协议栈。计算面传输方式是承载层面引入新的承载方式，如空口部分的计算无线承载（computing radio bearer, CRB）、地面接口部分的计算承载（computing bearer, CB），并在会话层面引入新的无线计算会话协议（radio computing session protocol, RCSP），此时计算会话又可以称为 RCSP 会话。RCSP 会话可以仅包括空口部分的 CRB（终端与基站之间的计算协作）；也可以只包括地面接口部分的 CB（基站与核心网之间的计算协作）；还可以同时包括空口部分的 CRB、地面接口部分的 CB（终端与核心网之间的计算协作）。

5.4.2、独立数据面

- 30 图 71~图 72 分别为针对数据面的控制信令协议栈和数据面的业务协议栈。其中，cNode 和 TCF 之间通过 T2-C 接口连接，用于传输数据面信令；cNode 和 TPF 之间通过 T2-U 接口连接，用于传输数据面数据。

5.4.3、独立智能面

- 35 图 73 为独立智能面的多层级协作示意图。如图 73 所示，HiC 支持网络内各层级网元和终端间的智能协作，包括终端与基站，终端与核心网，基站与基站，基站与核心网等场景。在控制层面，HiC 可以分层部署，在 cNode 上部署本地协作控制功能，用于 cNode 范围内网元的协作，核心网的 TCF 上部署全局协作控制功能，用于协调 cNode 区域间的协作，以及 RAN 域与核心网域之间的协作。

5.4.4、独立可信面

端到端可信控制面协议栈如图 74 所示。其中，UE 和 CN 之间通过 TUCP 协议传输可信信令，接入网透传；UE 和接入网之间通过 TURP 协议传输可信信令；接入网节点之间通过 Y1-AP、Y2-AP、Y3-AP 传输可信信令；接入网和核心网 CF 之间通过 T8-AP 和 T9-AP 传输可信信令；EIP 为可信信令提供加解密和完整性保护功能。TUCP、TURP 的功能全部是由 TWE 和 TWG 执行的。EIP 的功能同前文所述。T8-AP 和 T9-AP 的可信功能是由 TWE 和 TWG 执行的。

端到端可信业务面协议栈如图 75 所示。其中，UE、接入网、核心网之间通过（trustworthiness bearer protocol, TBP）协议层传输可信数据；EIP 为可信数据提供加解密和完整性保护功能。TBP 的功能全部是由 TWE 和 TWG 执行的，EIP 的功能同上文所述。

6、空中接口-协议层。

6.1、层 1（physical layer），可以参见协议 38.300 的相关说明。

6.2、层 2（Layer 2）。

6.2.1、概述。

针对连接，6G 的层 2 分为以下子层：任务资源调度（TRS），无线链路控制（RLC），分组数据汇聚协议（PDCP）和任务服务数据适配协议（T-SDAP）。其中，本申请提供的层 2 包括支持第一功能的子层，支持第一功能的子层包括如下至少一项：

- 物理层提供给 TRS Sublayer 传输信道；
- TRS Sublayer 提供了 RLC Sublayer 逻辑信道；
- RLC Sublayer 提供给 T-PDCP Sublayer RLC 通道；
- T-PDCP Sublayer 向 T-SDAP Sublayer 无线承载；
- T-SDAP Sublayer 提供 6GC 任务和连接的 QoS 流；
- TRD Sublayer 提供任务数据封装（仅任务数据、HiC 数据）；
- RSCP Sublayer 提供计算数据封装（仅独立计算面）；
- DFCP Sublayer 提供数据封装（仅独立数据面）；
- comp. 包头压缩或上行链路数据压缩；
- Segm. 包分段；
- 控制通道（为了清楚起见，未描述 BCCH，PCCH）。

无线承载分为两组：用于控制平面数据的用户平面数据和信令无线承载（SRB）的数据无线承载（DRB）。

6.2.2、TRS Sublayer

针对连接特性，TRS 重用连接已有的 MAC 功能：

- 提供的服务和功能：
 - 逻辑信道和传输信道之间的映射；
 - 将属于一个或不同逻辑信道的 TRS SDU 复用/解复用到传输块(TB)中，传输块(TB)传输到传输信道上的物理层/从传输块传输到传输块(TB)；
 - 调度信息报告；
 - 通过 HARQ 进行纠错（在 CA 的情况下，每个小区一个 HARQ 实体）；
 - 通过动态调度在 UE 之间进行优先级处理；
 - 一个 UE 的逻辑信道之间通过逻辑信道优先级处理的优先级处理；

- 一个 UE 的重叠资源之间的优先级处理;
 - 填充。
 - 逻辑信道
- 控制信道仅用于传输控制信令信息:
- 5
- 广播控制信道 (BCCH): 用于广播系统控制信息的下行链路信道。
 - 寻呼控制信道 (PCCH): 承载寻呼消息的下行信道。
 - 公共控制信道 (CCCH): 用于在 UE 和网络之间传输控制信息的信道。该信道用于与网络没有 RRC 连接的 UE。
 - 专用控制信道 (DCCH): 在 UE 和网络之间传输专用控制信息的点对点双向信道。
- 10 由具有 RRC 连接的 UE 使用。
- 业务信道仅用于传输用户平面信息:
- 专用业务信道(DTCH): 点对点信道, 专用于一个 UE, 用于传输用户信息。DTCH 可以存在于上行链路和下行链路中。
 - 映射到传输信道
- 15 在下行链路中, 逻辑信道和传输信道之间存在以下连接:
- BCCH 可以映射到 BCH;
 - BCCH 可以映射到 DL-SCH;
 - PCCH 可以映射到 PCH;
 - CCCH 可以映射到 DL-SCH;
 - DCCH 可以映射到 DL-SCH;
 - DTCH 可以映射到 DL-SCH。
- 20 在上行链路中, 逻辑通道和传输通道之间存在以下连接:
- CCCH 可以映射到 UL-SCH;
 - DCCH 可以映射到 UL-SCH;
 - DTCH 可以映射到 UL-SCH。
- 25
- HARQ
 - HARQ 功能确保在第 1 层对等实体之间的传递。当物理层未配置下行/上行空间复用时, 单个 HARQ 进程支持 1 个 TB 的传输, 当物理层配置下行/上行空间复用时, 单个 HARQ 进程支持进程支持一个或多个 TB。
- 30 针对任务和计算等新特性, TRS 新增如下功能中的一项或多项:
- 提供的服务和功能:
 - 任务的逻辑信道和传输信道之间的映射;
 - 将任务和连接的属于一个或不同逻辑信道的 TRS SDU 复用/解复用到传输块 (TB) 中, 传输块 (TB) 传输到传输信道上的物理层/从传输块传输到传输块 (TB);
- 35
- 计算资源调度信息报告;
 - 计算资源状态信息报告;
 - 网络侧针对 UE 的计算资源的动态调度或半静态调度;
 - 一个 UE 的不同任务针对计算资源的优先级处理;
- 若采用独立数据面, 针对数据新特性, TRS 新增如下功能:

- 提供的服务和功能:

- 数据的逻辑信道和传输信道之间的映射;
- 将数据和连接的属于一个或不同逻辑信道的 TRS SDU 复用/解复用到传输块 (TB) 中, 传输块 (TB) 传输到传输信道上的物理层/从传输块传输到传输块 (TB);

5 - 数据面承载与 SRB、DRB 的调度优先级处理;

6.2.3、RLC Sublayer

针对连接特性, 重用连接 RLC 层的所有功能:

- 传输模式: 确认模式 (Acknowledged Mode (AM))、非确认模式 (Unacknowledged Mode (UM))、TM 模式 (Transparent Mode (TM))

10 • 业务和功能

- 上层 PDU 的传输;
- 独立于 PDCP 中的序列编号 (UM 和 AM);
- 通过 ARQ 进行纠错 (仅限 AM);
- RLC SDU 的分段 (AM 和 UM) 和重新分段 (仅 AM);
- 15 - 重新组装 SDU (AM 和 UM);
- 重复检测 (仅限 AM);
- RLC SDU 丢弃 (AM 和 UM);
- RLC 重建;
- 协议错误检测 (仅限 AM)。

20 • ARQ 功能

- ARQ 根据 RLC 状态报告重传 RLC SDU 或 RLC SDU 分段;
- RLC 需要时使用轮询 RLC 状态报告;
- RLC 接收器也可以在检测到丢失的 RLC SDU 或 RLC SDU 段后触发 RLC 状态报告。

6.2.4、T-PDCP Sublayer

25 针对连接特性, 重用连接 PDCP 层的所有功能:

- 数据传输 (用户平面或控制平面);
- 维护 PDCP SN;
- 使用 ROHC 协议的头压缩和解压;
- 使用 EHC 协议的头压缩和解压;
- 30 - 上行 PDCP SDU 的压缩和解压缩: 仅基于 DEFLATE 的 UDC;
- 加密和解密;
- 完整性保护和完整性验证;
- 基于定时器的 SDU 丢弃;
- 对于拆分承载, 路由;
- 35 - 重复;
- 重新订购和按顺序交付;
- 乱序递交;
- 重复丢弃。

6.2.5、T-SDAP Sublayer

针对连接特性，重用如下连接 SDAP 层的所有功能：

- QoS 流和数据无线承载之间的映射；
- 在 DL 和 UL 数据包中标记 QoS 流 ID (QFI)。

针对任务、计算、数据、AI 等新特性，T-SDAP 新增如下功能：

- 5 - Task id 到任务 QFI 的映射；
- 任务 QoS 流和数据无线承载之间的映射；
- 在 DL 和 UL 数据包中标记 Task QoS Flow ID (Task QFI)、及其对应的 Task id。

6.2.6、TRD Sublayer

针对任务新特性，新增 TRD 层，并具有如下功能：

- 10 - 新增 AI 训练/推理/模型处理等功能（压缩/剪枝/量化/安全等）

6.2.7、Task PDUs Sublayer

若采用非独立功能面，针对任务数据面特性，新增 Task PDUs 层，负责 UE 和基站/CN 之间的可信业务数据传输，具有如下功能：

- 任务数据格式（如计算数据的格式设计、AI 训练或推理数据格式的定义等）。

15 6.2.8、RCSP Sublayer

若采用独立计算面，针对计算面新特性，新增 RCSP 层，具有如下功能：

- 内生算力资源寻址、计算数据路由转发、计算会话标识、计算会话优先级等。

6.2.9、DFCP Sublayer

- 20 若采用独立数据面，针对数据面新特性，新增 DFCP 层，分为 DFCP-C 和 DFCP-U，分别用于数据面控制信令和业务数据处理。

DFCP-C 执行如下功能：

- 数据服务任务的启动和停止；
- 数据服务任务路由信息的配置；
- 数据保护技术的推送与更新；
- 25 - 统计信息的上报。

DFCP-U 执行如下功能：

- 数据服务任务 ID 到数据面无线承载的映射；
- 数据的隐私保护（通过调用可信面的接口实现）；
- 数据包的压缩；
- 30 - 数据路由和转发；
- 数据采集、数据预处理、数据分析、数据开放等。

6.2.10、EIP Sublayer

若采用独立可信面，针对可信面新特性，新增 EIP 层，负责可信包处理。EIP 重用连接 PDCP 层的功能，并新增以下功能：

- 35 - 加密和解密（可抗量子的密钥长度）；
- 完整性保护和完整性验证（可抗量子的密钥长度）。

6.2.11、EIP Sublayer

TBP Sublayer

若采用独立可信面，针对可信数据面特性，新增 TBP 层，负责 UE 和基站/CN、基站

和 CN 之间的可信业务数据传输, 具有如下功能:

- 区块链的交易/区块等同步数据;
- 态势感知的数据;
- 同态加密的密文、计算结果等数据;
- 5 - Trusted Root 管理数据;
- 密钥。

6.2.12、层 2 数据流 (L2 data flow)

针对连接的数据传输, 可以不做改动。层 2 的数据流的示例如图 76 所示。其中 TRS 通过连接来自 RBx 的两个 RLC PDU 和来自 RBy 的一个 RLC PDU 生成传输块。来自 RBx 10 的两个 RLC PDU 分别对应一个 IP 包 (n 和 n+1), 而来自 RBy 的 RLC PDU 是一个 IP 包 (m) 的片段。

针对任务的数据传输, 需对协议栈进行改动: 相比连接, 新增 TRD 层、用于 task 数据的产生, 如 AI 数据的生成 (如联邦学习中的梯度信息), 或 AI 模型的编解码等。层 2 层数据流的示例如图 77 所示, 其中 TRS 通过连接来自不同 task id 对应的 RBx 的两个 RLC 15 PDU 和来自其他 task Id 对应的 RBy 的一个 RLC PDU 生成传输块。来自 RBx 的两个 RLC PDU 分别对应一个 TRD 包 (n 和 n+1), 而来自 RBy 的 RLC PDU 是一个 TRD 包 (m) 的片段。

此外, 由于共用相同的传输通道 (空口), 因此任务数据承载和连接数据承载也可以复用组包为一个 TRS PDU 进行发送。

20 若采用独立数据面, 针对数据面的数据传输, 对协议栈进行改动, 对比连接, 减少 SDAP 层, 新增 DFCP 层, 用于数据面数据的产生, 通过数据服务 ID 映射到数据承载 DDRB。图 78 为独立数据面的数据流示意图。

若采用独立可信面, 针对可信面的数据传输, 对协议栈进行改动, 对比连接, 减少 SDAP 层, 新增 TBP 层, 将输入数据组成同态计算输入, 执行同态计算后, 将同态输出数据拆 25 包, 并转发数据面报文。参见附图 79。

6.3、层 3 (layer 3)

在本申请中, 空中接口的层 3 可以包括支持第一功能的子层。例如, 在一种实现中, 层 3 包括 TRC 层, TRC 层包括 RRC 层已有的功能以及上述新增特性相关的功能 (或者说第一功能)。TRC 层的详细说明参见 6.3.1。

30 6.3.1、TRC

示例性地, TRC 继承原有 RRC 的已有功能外 (例如, RRC 状态维护 (idle/inactive/connected)、系统广播消息的生成、调度和传输 (MIB、SIB1~SIBx)、接纳控制 Access control、UE 能力获取、NAS 信令传输等), 此外, 还新增任务、计算、数据、AI 等新特性相关功能, 如任务的配置、修改、删除、移动性等功能中的一项或多项。

35 其中, 系统信息广播如图 80 所示。如图, MIB 消息是 cNode 通过 BCH 周期发送的, SIB1 消息通过 DL-SCH 周期发送的。其它的系统信息 (system information, SI) (包括没有在最小系统消息中广播的系统信息) 可以在 RRC idle/inactive 状态下广播下发, 也可以在 RRC connected 状态下通过 RRC 专用信令下发, 可以周期下发或者基于 UE 的请求下发 (即 on demand 的发送方式)。

针对连接特性，重用 Uu 接口上 RRC 子层的主要服务和功能包括：

- 广播与 AS 和 NAS 相关的系统信息；
 - 由 6GC 或 6G-RAN 发起的寻呼；
 - 在 UE 和 6G-RAN 之间建立、维护和释放 TRC 连接，包括：
 - 5 - 载波聚合的增加、修改和释放；
 - 添加、修改和发布 6G-RAN 中或 5G-RAN 和 6G-RAN 之间的双连接。
 - 包括密钥管理在内的安全功能；
 - 信令无线电承载（SRB）和数据无线电承载（DRB）的建立、配置、维护和释放；
 - 移动功能包括：
 - 10 - 切换和上下文转移；
 - UE 小区选择和重选以及小区选择和重选的控制；
 - RAT 间移动性；
 - QoS 管理功能；
 - UE 测量报告和报告控制；
 - 15 - 无线电链路故障的检测和恢复；
 - T-NAS 消息传输从核心网到 UE 或从 UE 到核心网。
- 针对任务、计算、HiC 等新特性，TRC 新增如下功能中的一项或多项：
- 任务无线信令承载（T-SRB）和任务无线数据承载（T-DRB）的建立、配置、维护和释放；
 - 20 - 计算资源的配置、修改、和删除，以及计算资源的分配和调度（半静态）；
 - 数据资源的配置、修改、和删除；
 - 模型资源的配置、修改、和删除；
 - 协作 Pattern 的配置、修改、和删除；
 - 基于任务的切换和上下文转移；
 - 25 - 基于任务的 QoS 管理功能。
- 若采用独立数据面，针对数据新特性，TRC 新增如下功能中的一项或多项：
- 数据无线数据承载（DDRb）的建立、配置、维护和释放；
 - 基于数据的 QoS 管理功能；
 - 切换过程中对无线数据承载的处理；
 - 30 - 呼叫重建过程中对无线数据承载的处理；
 - DA 的注册。
- 针对可信新特性，TRC 新增如下功能中的一项或多项：
- 可信无线信令承载（Trust-SRB）和可信无线数据承载（Trust-DRB）的建立、配置、维护和释放；
 - 35 - UE 可信能力的感知、注册、注销；
 - UE 可信能力的配置、修改、激活和删除；
 - 切换过程中对无线可信承载的处理；
 - 会叫重建过程中对无线可信承载的处理；
 - 解析 T-NAS（TUCP）T-NAS 消息传输到/从核心网从/到 UE；

- 基于可信承载的 QoS 管理功能;
- UE 和基站的安全协商: 如安全策略协商, 密钥协商;
- UE 和基站的可信信息订阅: 如需求标签、能力标签、响应标签、网络全局可信策略;
- UE 和基站的认证鉴权: 安全接入的身份认证, 如鉴权向量、鉴权参数;
- 5 - UE 和基站的授权: 包括静态授权、基于 token 的授权;
- UE 和基站的区块链: 区块链的创建、更新、区块链/链节点管理。区块链能力部署、能力发现、能力激活、运行参数、链节点身份管理、节点动态加入、动态退出;
- UE 和基站的可信度量: 设备可信性度量, 如可信证明向量、可信证明参数;
- UE 和基站的态势感知: 态势感知的配置信息, 如参数种类、参数类型、参数信息提
- 10 取;
- UE 和基站的同态处理: 密钥协商、算法配置。

6.3.2、TURP

若采用独立可信面, 针对可信控制面新特性, 新增 TURP 层, 具有如下功能中的一项或多项:

- 15 - 可信无线信令承载 (Trust-SRB) 和可信无线数据承载 (Trust-DRB) 的建立、配置、维护和释放;
- UE 可信能力的感知、注册、注销;
- UE 可信能力的配置、修改、激活和删除;
- 切换过程中对无线可信承载的处理;
- 20 - 会叫重建过程中对无线可信承载的处理;
- 解析 T-NAS (TUCP) T-NAS 消息传输从核心网到 UE 或从 UE 到核心网;
- 基于可信承载的 QoS 管理功能;
- UE 和基站的安全协商: 如安全策略协商, 密钥协商;
- UE 和基站的可信信息订阅: 如需求标签、能力标签、响应标签、网络全局可信策略;
- 25 - UE 和基站的认证鉴权: 安全接入的身份认证, 如鉴权向量、鉴权参数;
- UE 和基站的授权: 包括静态授权、基于 token 的授权;
- UE 和基站的区块链: 区块链的创建、更新、区块链/链节点管理。区块链能力部署、能力发现、能力激活、运行参数、链节点身份管理、节点动态加入、动态退出;
- UE 和基站的可信度量: 设备可信性度量, 如可信证明向量、可信证明参数;
- 30 - UE 和基站的态势感知: 态势感知的配置信息, 如参数种类、参数类型、参数信息提取;
- UE 和基站的同态处理: 密钥协商、算法配置。

下面介绍本申请提供的 RAN 架构下的网元接口-协议层。

7、网元接口-协议层。

35 7.1、RAN 地面接口-信令。

1) Y1-AP

Y1-AP 主要的功能包括以下中的一项或多项:

- cNode 与 sNode 之间需要交互连接的上下文信息 (针对连接架构 1, cNode 维护连接的控制信令及上下文信息, 需告知 sNode; 针对连接架构 2, sNode 维护连接的控制信令

及上下文信息，需告知 cNode)；

- cNode 与 sNode 之间需要交互任务的上下文信息。

- 当 sNode 间没有 Y3 接口时、可通过 Y1 接口的 Y1-AP 进行 Y3 接口透传和转发(经由 cNode 转发)；

5 - cNode 与 sNode 之间需要交互可信的上下文信息。。

2) Y2-AP

Y2-AP 主要的功能包括以下中的一项或多项：

- cNode 与 cNode 之间进行连接信息的交互（如切换信令、站间 RRM 协商等）；

10 - cNode 与 cNode 之间进行任务信息的交互（如任务请求消息、任务响应消息、任务重配消息、任务删除消息、任务状态查询消息、任务异常上报消息等）。

- cNode 与 cNode 之间需要交互可信的上下文信息。

3) Y3-AP

Y3-AP 主要的功能包括以下中的一项或多项：

15 - sNode 与 sNode 之间进行连接信息的交互（针对连接架构 2，如切换信令、站间 RRM 协商等）。

- sNode 与 sNode 之间进行任务信息的交互（如任务数据交互等，任务数据可以是计算结果、数据处理结果、多智体协作的智能表征等）。

- cNode 与 sNode 之间需要交互可信的上下文信息。。

4) T2-AP

20 T1-AP 主要的功能包括：

- cNode 与 TCF 之间进行任务信息的交互（如任务请求消息、任务响应消息、任务重配消息、任务删除消息、任务状态查询消息、任务异常上报消息等）。

5) T3-AP

T3-AP 主要的功能包括：

25 - cNode 与 NAF 之间进行连接信息的交互（仅针对连接架构 1，如初始接入和初始选择信令消息）。

6) T4-AP

T4-AP 主要的功能包括：

30 - cNode 与 CF-C 之间进行连接信息的交互（仅针对连接架构 1，如除了初始接入和初始选择信令消息之外的其他信令消息）。

7) T5-AP

T5-AP 主要的功能包括：

- sNode 与 NAF 之间进行连接信息的交互（仅针对连接架构 2，如初始接入和初始选择信令消息）。

35 8) T6-AP

T6-AP 主要的功能包括：

- sNode 与 CF-C 之间进行连接信息的交互（仅针对连接架构 2，如除了初始接入和初始选择信令消息之外的其他信令消息）。

9) T8-AP

T8-AP 主要功能包括以下中的一项或多项:

- cNode 可信能力的感知、注册、注销;
- cNode 可信能力的配置、修改、激活和删除;
- cNode 和 CN 的安全协商: 如安全策略协商, 密钥协商;
- 5 - cNode 和 CN 的可信信息订阅: 如需求标签、能力标签、响应标签、网络全局可信策略;
- cNode 和 CN 的认证鉴权: 安全接入的身份认证, 如鉴权向量、鉴权参数;
- cNode 和 BN 之间信令的加密和完保;
- cNode 和 CN 的授权: 包括静态授权、基于 token 的授权;
- 10 - CN 对 cNode 的区块链控制: 区块链的创建、更新、区块链/链节点管理。区块链能力部署、能力发现、能力激活、运行参数、链节点身份管理、节点动态加入、动态退出;
- CN 对 cNode 的态势感知控制: 参数种类、参数类型配置, 参数信息提取;
- cNode 和 CN 的可信度量: 设备可信性度量, 如可信证明向量、可信证明参数;
- cNode 和 CN 的同态处理: 密钥协商、算法配置。

15 10) T9-AP

T9-AP 主要功能包括以下中的一项或多项:

- sNode 可信能力的感知、注册、注销;
- sNode 可信能力的配置、修改、激活和删除;
- sNode 和 CN 的安全协商: 如安全策略协商, 密钥协商;
- 20 - sNode 和 CN 的可信信息订阅: 如需求标签、能力标签、响应标签、网络全局可信策略;
- sNode 和 CN 的认证鉴权: 安全接入的身份认证, 如鉴权向量、鉴权参数;
- sNode 和 CN 之间信令的加密和完保;
- sNode 和 CN 的授权: 包括静态授权、基于 token 的授权;
- 25 - CN 对 sNode 的区块链控制: 区块链的创建、更新、区块链/链节点管理。区块链能力部署、能力发现、能力激活、运行参数、链节点身份管理、节点动态加入、动态退出;
- CN 对 sNode 的态势感知控制: 包括参数种类、参数类型配置, 参数信息提取;
- sNode 和 CN 的可信度量: 设备可信性度量, 如可信证明向量、可信证明参数;
- sNode 和 CN 的同态处理: 密钥协商、算法配置。

30 7.2、RAN 地面接口-数据

用于传输用户数据或任务数据 (包含计算数据、HiC 数据、业务数据等)、可信数据等。

7.2.1、Task PDUs Layer

针对任务数据面特性, 新增 Task PDUs 层, 负责 UE 和基站/CN 之间的可信业务数据传输, 具有如下功能:

- 任务数据格式 (如计算数据的格式设计、AI 训练或推理数据格式的定义等)。

7.2.2、TBP Layer

若采用独立可信面, 针对可信数据面新特性, 新增 TBP 层, 具有如下功能中的一项或多项:

- 区块链的交易/区块等同步数据;
 - 态势感知的数据;
 - 同态加密的密文、计算结果等数据;
 - Trusted Root 管理数据;
 - 5 - 密钥。
- 8、6G 识别（6G Identities）。
- 8.1、UE 识别（UE Identities）
- 8.2、网络识别（Network Identities）
- 作为示例，在 6G-RAN 中使用以下标识来标识特定的网络实体：
- 10 • CF-C 名（CF-C Name）：用于标识一个 CN CF-C。
- NAF 名（NAF Name）：用于标识一个 CN NAF。
- TCF Identifier/Name：用于标识一个 CN TCF。
- TPF Identifier/Name：用于标识一个 CN TPF。
- TEF Identifier /Name：用于标识一个 CN TEF。
- 15 • TGF Identifier/Name：用于标识一个 CN TGF。
- cNode Identifier(cNode ID):在一个 PLMN 中用于标识一个 cNode。
- sNode Identifier(sNode ID):在一个 PLMN 中用于标识一个 sNode。
- tracking area identifier（TAI）：用于标识追踪区域。
- 8.3、业务识别（service identities）
- 20 作为示例，在 6G-RAN 中使用以下标识来标识特定的业务实体：
- Task ID：当一个 UE 同时支持多个 task 时，用于区分不同 task、及其信令或数据。
- 8.4、TWE/TWG 识别
- TWE 和 TWG 使用标识进行区分，且该标识与部署的节点绑定。根据 TWE/TWG 标识可以确定消息的终结点的节点标识。
- 25 9、移动性和状态转换。
- 9.1 任务移动性
- 如上文所述，6G 网络新增任务特性，包括计算、AI 训练、AI 推理等任务。为了分别保证连接和任务的 QoS，在切换时，连接和任务可能不会同时迁移，例如，目标基站算力资源不足时可能仅迁移连接，不迁移任务。因此，6G 网络可能会面临连接锚点和任务锚点分离的情况。对于用户请求基站或者基站请求用户做任务的场景，当用户移动到任务锚点的覆盖区域外时，需要考虑任务锚点如何与用户进行通信的问题。下面分别针对用户请求基站做任务和基站请求用户做任务分别说明本申请提供的方案，这里的基站可以是上文中的 cNode 或 sNode。
- 30 （1）用户请求基站做任务
- 用户发起一个计算或 AI 任务给基站，基站结合任务大小、自身资源以及周边节点资源等情况，可将任务拆解并分配给邻站或小区内的设备去执行。基站作为任务锚点在任务完成后收集各执行体的结果，并将它反馈送给用户。用户发起任务后，如果移动到新基站的小区内，为了保证无中断的连接服务，连接锚点会切换到新基站。但是任务锚点可能不

变, 在这种情况下, 任务锚点如何将结果发给用户是需要考虑的问题。

由于用户已不在任务锚点的覆盖区域内, 无法通过空口直接发送。任务锚点需要将结果先路由给用户当前的连接锚点, 再由连接锚点通过空口发送给用户。因此, 解决该问题的关键是任务锚点如何找到用户的连接锚点, 下面结合图 81 给出本申请提供的三种可选方案, 如下面的方案一~方案三。

方案一

如附图所示, 切换时, 源基站向目标站发送的切换请求消息中包含用户的任务锚点标识, 即任务锚点的基站 ID/IP, 及其对应的 UE ID, 如临时移动用户识别码 (temporary mobile subscriber identifier, TMSI)。目标基站接收到该消息后, 根据任务锚点的 ID 或 IP, 将其标识发送给任务锚点。

方案二

切换时, UE 向目标基站发送任务锚点标识, 包括任务锚点的基站 ID/IP, 以及 UE ID, 如 TMSI。然后目标基站给任务锚点发送连接锚点标识, 即目标基站 ID/IP 以及相应的 UE ID。

方案三

任务锚点在发送结果前, 首先向核心网的 CF-C 请求查询用户的连接锚点, 核心网根据 UE ID 查询到用户当前的连接锚点后将标识发送给任务锚点。

(2) 基站请求用户做任务

基站将一个子任务分配给其覆盖区域的用户执行, 执行完成后用户反馈结果给基站。当用户移动到新基站的小区后, 无法再与任务锚点直接通信, 它需要将任务结果先发送给连接基站, 然后由连接基站再发送给任务锚点。因此, 对于这种场景, 关键在于连接基站, 即用户的连接锚点, 如何找到任务锚点。下面结合图 82 给出两种可选方案, 如下面的方案一和方案二。

方案一

基站配置任务给用户时, 会携带任务 ID、任务锚点标识 (如基站 ID/IP) 等信息。因此, 用户在反馈任务结果时, 可将任务锚点标识封装在任务结果的包头中。当连接锚点接收到该数据包后, 通过解析包头即可知道任务锚点标识。

方案二

切换时, 源基站向目标基站发送的切换请求消息中包含任务锚点标识, 包括任务锚点的基站 ID/IP 以及对应的 UE ID。相比方案一, 该方案可以减少空口信息的传输。

9.2、计算移动性

移动性管理是无线网络的一项基本功能, 用于保证用户在移动的情况下享受无中断的服务。连接态移动性管理通常简称为切换, 它是指为了保障连接态的用户在移动过程中能够持续接受网络的连接服务。切换过程包括切换准备阶段、切换执行阶段、切换完成阶段。传统的切换准备阶段中, 源基站发送切换请求中包括 UE 的连接上下文信息, 目标站点根据 UE 的连接上下文信息以及自身的负载信息确定是否接收源站关于该用户的切换请求。在本申请中, 通算融合的源基站 (source-sNode, S-sNode) 下发切换请求除了包括 UE 的连接上下文信息, 还需要包括 UE 的计算上下文信息, 目标站点 (target-sNode, T-sNode) 根据 UE 的连接、计算上下文以及自身的负载信息确定是否进行连接的切换、计算的迁移,

从而保证 UE 的计算服务质量。UE 的连接上下文信息包括：UE 在源站的小区无线网络临时标识（cell-radio network temporary identifier, C-RNTI）、UE 非激活时间的无线资源管理（radio resource management, RRM）配置、UE 的天线信息、QoS flow 到数据无线承载（data radio bearer, DRB）的映射规则、UE 能力信息、UE 上报的测量结果。其中，UE 的计算上下文信息包括：源站的计算资源状态，计算迁移的开销（包括通信开销、通信时延、QoS 保障等）、S-sNode 上计算任务的执行状态等信息。

下面介绍本申请提供的 RAN 架构下的调度。

10、调度。

在本申请提供的 RAN 架构下，TRS 层除了具有原有媒体访问控制（medium access control, MAC）层的功能外，还具有任务相关的功能，由于连接相关功能未做修改，因此本文重点介绍任务等新特性的引入带来的 TRS 层的新增功能。其中，关于连接调度相关的内容，例如基本调度操作、上行调度、下行调度、以及与连接调度相关的测量机制、上下行的速率控制等，可以参考协议 38.300 的介绍，本文不作详细说明。

10.1、任务调度

以一个任务部署为例，TS 对 TE 的算力调度，包括三种方式，如图 83 所示：

- Opt1-TS 无控制、TE 全控制：无差异化 QoS；
- Opt2-TS 弱控制、TE 强控制（云 AI 模式）：TE 可根据百分比自主决策每个时隙的分配，但是 TS 无法精准控制 CPU 时隙（slot）；
- Opt3-TS 强控制、TE 弱控制（通信模式）：通过实时或准实时的方式控制 TE CPU 时隙分配。

下面介绍本申请提供的 RAN 架构下的 QoS 机制。概括地说，由于任务新特性的引入，除了原有的连接 QoS 机制，本申请还提出任务 QoS 机制。如上文所述，本申请中将新特性统称为第一功能，因此，也可以说，QoS 机制包括针对第一功能（例如，计算、数据、智能和可信中的一项或多项）的 QoS 机制。

11、QoS 机制

11.1、任务 QoS 机制

任务 QoS 机制，也即针对第一功能的 QoS 机制具体可以包括如下三个方面：

- 1) 网络侧 QoS 机制；
- 2) 终端侧 QoS 机制；
- 3) AI 服务质量（Quality of AI Service, QoAIS）。

其中，网络侧 QoS 机制和终端侧 QoS 机制均需要在现有的 QoS 机制的基础上进行增强。例如，网络侧 QoS 机制需要作如下增强：设计新的 QoS 指标；设计无 CN 参与、且不基于 IP 五元组生成 QoS flow 的新机制。考虑到通信和任务共享计算资源的场景，例如 CU 云化部署，以及通信和任务共享通信资源，例如，空口 RB 资源、GTP 隧道等传输通道/带宽等，对于终端侧 QoS 机制可以作如下增强：作为示例，通信始终优先；或者，作为另一个示例，设计统一的计算 QoS 和通信 QoS 的策略。

下面重点介绍 QoAIS。

应理解，面向各行各业对 6G 网络 AI 千差万别的需求，将用户的需求转化为网络可

以理解的对网络 AI 服务能力的要求是亟需解决的问题。6G 网络将不再只是服务于传统通信业务的管道，不同的智能应用场景对 AI 服务的质量将有着不同的需求，需要一套指标体系通过量化或分级的方式传达用户的需求以及网络编排控制 AI 各要素（包括连接、计算、数据和算法等）的综合效果。为此，本文提出 QoAIS 的概念，QoAIS 是对 AI 服务质量进行

5 评估和保障的一套指标体系和流程机制。

6G 网络的 AI 服务可以分为 AI 数据类、AI 训练类、AI 推理类和 AI 验证类，每一类 AI 服务均需要一套 QoAIS。在具体指标体系设计上，传统通信网络的 QoS 主要考虑通信业务的时延和吞吐率等与连接相关的性能指标，6G 网络除了传统通信资源外，还将引入分布式异构算力资源、存储资源、数据资源、AI 算法等 AI 服务编排的多种资源元素，因而需要从连接、算力、算法、数据等多个维度来综合评估网络内生 AI 的服务质量。因此，

10 本申请 QoAIS 指标体系的设计考虑了性能、开销、安全、隐私和自治等多个方面。

表 1 提供了一种针对 AI 训练服务的 QoAIS 指标设计方式。

表1: AI训练服务的QoAIS指标体系

AI 服务类型	评估维度	QoAIS 指标
AI 训练	性能	性能指标界、训练耗时、泛化性、可重用性、鲁棒性、可解释性、损失函数与优化目标的一致性、公平性
	开销	存储开销、计算开销、传输开销、能耗
	安全	存储安全、计算安全、传输安全
	隐私	数据隐私等级、算法隐私等级
	自治	完全自治、部分人工可控、全部人工可控

QoAIS 是网络内生 AI 编排管理系统和控制功能的重要输入，管理编排系统对顶层的 QoAIS 进行分解和映射，生成 AI 任务的 QoS 需求，再将任务 QoS 映射到对连接、计算、数据和算法等多维度资源的 QoS 要求上，通过管理面、控制面和用户面相关机制的设计获得持续保障。图 84 所示为本申请提供的 AI 用例、AI 服务和 AI 任务的逻辑关系示意图。需要注意的是，AI 用例是用户在智能应用场景下向网络提出的一次 AI 服务请求，一个 AI 用例可能涉及到一类或多类网络内生 AI 服务（如 AI 训练、验证和推理服务）的

15 调用。

如前文所述，QoAIS 是 6G 网络 AI 编排管理系统（network AI management and orchestration, NAMO）和控制功能的重要输入，网络 AI 管理编排系统需要对顶层的 QoAIS 进行分解，再映射到对连接、计算、数据和算法等各方面的 QoS 要求上，此过程与三层管控功能实体的逻辑关系如图 85 所示。如图 85，从整个端到端流程来看，NAMO 接收外部服务请求后，将对应 AI 业务提交给 TA 来执行，AI 服务实时的整个端到端流程包括如下功能：

20 ① 生成或导入 AI 用例；AI 用例是用户在智能应用场景下向网络提出的一次 AI 服务请求，一个 AI 用例可能涉及到一类或多类网络内生 AI 服务（如 AI 训练、验证和推理服务）的调用；

② 将用例分解为一个或多个 AI 服务；

25 ③ 将用例分解为一个或多个 AI 服务；

30 ④ 将用例分解为一个或多个 AI 服务；

③ 将 AI 服务分解为一个或多个 AI 任务 (AI Task, AIT), 同时将 AI 服务对应的 QoAIS 分解为 AI 任务的 QoS;

④ 决定 AIT 的锚点位置;

⑤ 将任务 QoS 分解为资源 QoS 需求, 明确 AIT 所需四要素资源的需求, 包括连接、
5 计算、数据和算法/模型;

⑥ 决定并配置任务所需四要素资源, 包括节点选择 (选择参与计算的节点、提供数据的节点、提供算法/模型的节点)、建立节点间的连接, 或更新上述配置;

⑦ 在选择参与的节点范围内, 实时决定并调整计算的分配、优化通信连接质量、决定并采集处理所需数据, 以及决定并更换或优化算法模型, 以保证任务 QoS 的达成, 从而
10 保证 QoAIS 的达成;

如上所述, 考虑管理层面实时性较差, 获取网络信息范围广, 但粒度粗, 控制层面实时性强, 可获取较精准的信息, 但数据范围比较局限; 另外, 管理层面无法获得空口链路和终端侧资源状态的实时信息。因此, 部分功能适合在管理层面或控制层面上实施, 另一部分功能可通过管理层面和控制层面的协同达到更好的效果。

15 另一种场景是由控制层面生成的网络 AI 能力需求, 如用户通过控制信令向网络提交的 AI 服务请求。针对这种场景的端到端流程需要进一步分析, 比如一种可能的方式是 TA 首先判断该需求是一个 AI 服务需求还是 AI 任务需求, 若为前者, 则交由 NAMO 执行; 若为后者, 则 TA 处理。

20 任务的触发源将服务 workflow 传递给 TA 后, 由 TA 映射到任务实例, 部署到具体具备算力的网元上执行。

任务的触发源有两类, 一类是来自于网络内部, 比如 RAN 自身发起的网络优化任务; 一类是来自于第三方, 网络通过能力开放从第三方接收服务请求, 并对接受的服务进行编排, 形成 workflow 以及需要的 QoS 保障, 并传递给 TA, 由 TA 映射成具体的任务实例来执行。workflow 中包含了任务需要的资源, 任务之间的依赖关系, TA 首先要为每个任务创建
25 实例, 分配任务 id, 并从服务 QoS 中解析出每个任务的 QoS, 完成服务 QoS 到任务 QoS 的映射。

为保障 QoAIS 的达成, 上述分层管控逻辑架构通过“三层闭环”进行实施。TS 层通过实时监测和优化四要素资源, 在 TA 的资源配置范围内, 保证任务 QoS 的达成; 当 TS 层无法提供任务 QoS 保证时, TA 层对总体资源配置进行更改, 如调整参与任务的网络节点、更换模型仓库或数据仓库; 当 TA 层无法提供任务 QoS 保证时, 交由 NAMO 进行优化, NAMO 可通过更改 AI 任务的锚点位置, 也可以对 AI 服务与 AI 任务的映射进行重新
30 分解。

图 86 展示了 QoAIS 各指标维度和各资源维度上 QoS 之间的映射关系。如图 86, AI 服务的 QoAIS 指标拆解到任务及各指标维度上的 QoAIS 指标, 再进一步映射到各资源
35 维度上的 QoS 指标, 由管理面、各资源维度的控制面和用户面机制进行保障。图 86 中各资源维度上 QoS 指标可分为适合量化评估的指标 (如各类资源开销) 和适合分级评估的指标 (如安全等级、隐私等级和自治等级)。针对前一类指标, 本申请提出了部分指标的量化方案, 例如训练耗时、算法性能界、计算精度、各类资源开销等。

表2: AI 训练服务性能 QoAIS 到各资源维度的映射

指标维度	QoAIS 指标	资源维度	可量化指标	尚无量化方案指标
性能	性能指标界、训练耗时、泛化性、可重用性、鲁棒性、可解释性、优化目标匹配度、公平性	数据	特征冗余度、完整度、数据准确度、数据准备耗时	样本空间平衡性、完整性、样本分布动态性
		算法	性能指标界、训练耗时、是否收敛、优化目标匹配度	鲁棒性、可重用性、泛化性、可解释性、公平性
		算力	计算精度、时长、效率	
		连接	带宽及抖动、时延及抖动、误码率及抖动、可靠性等	

上文在对本申请提供的 RAN 架构进行说明的过程中,对本申请提供的新特性,例如,任务、计算、可信和智能等进行了概括性的说明。为了更清楚、全面地了解这些新特性及其提出对 RAN 架构所带来的影响,下面针对这些新特性逐一再作详细阐述。

5 12、6G 新增特性-任务。
 12.1、驱动力。

这部分旨在阐述为什么要有网络 AI,以网络 AI 与云 AI 以及移动边缘计算 (mobile edge computing, MEC AI) 的关系。

1) 网络 AI

10 在 5G 时代,云 AI 架构已被广泛采用,以提供集中的计算、大数据分析和 AI 训练与推理等服务。传统的“端管云”架构是解耦的设计,即终端提供数据,移动网络提供通信管道,云提供 AI 能力,要在多个设施中协调这些单独的功能和资源,以有效提供灵活、流畅和稳定的服务,并保证 QoE,具有极大的难度。此外,针对时延敏感的高可靠性低时延通信(ultra-reliable low-latency communication, URLLC)业务,MEC 通过在靠近基站的位置部署应用服务器,相比云 AI 距离终端用户位置更近、时延更低,但本质上还是在应用层部署 AI 平台,连接和 AI 资源的联合优化仍然需要在 MEC 中进行跨层协同,无法避免云 AI 的上述问题。

20 为了解决云和 MEC 等在应用层部署 AI 功能带来的低速、长延迟、低隐私和高碳排放等问题,网络 AI 将计算能力从云扩展到物理上更接近最终用户的位置,并在网络内部提供数据存储和处理、AI 能力,具备更好的安全性能。并且,“端边云”架构在支持计算密集型、时延敏感、安全保证和隐私敏感的应用程序(如交互式虚拟现实/增强现实游戏、自动驾驶和智能制造)方面更为有效。

25 为此,本申请考虑在网络内提供完整的 AI 环境和服务化 AI 服务,即 AIaaS;由此引入网络 AI 的理念来描述,以明确区分现有的 cloud AI (即云 AI)。网络 AI 主要面对需要高实时性能、高安全隐私要求,或为了降低综合能耗而选择在网络内进行数据处理(即将计算带到数据,而非传统的将数据带到计算)等场景,并且,网络 AI 可以是 Cloud AI 的有益补充。

2) 网络 AI 的应用场景。

在 6G 的 AI 功能不再局限于应用层,而是与网络的深度融合。从 AI 与网络的关系看,主要可以分为三大类应用场景:网元智能、网络智能、业务智能。其中网元智能是指网元设备的原生智能化;网络智能是指多个智能网元协同产生网络级的群体智能;业务智能是指整个无线通信系统为业务提供的智能服务,一般由外部业务触发,无线网络负责执行,特别面向涉及终端参与的场景,其中的业务逻辑可以对无线通信系统透明。通过上述的网元智能和网络智能,为网络内部提供 AI 服务;以及通过业务智能为外部提供相应的 AI 服务。

3) 为什么要从网络架构原生支持 AI, 以及面临的挑战。

为了同时支持上述三大应用场景, 6G 网络原生 AI 架构要基于统一架构框架, 即在 6G 网络内构建完整的分布式的 AI 环境, 支持不同类型的 AI 训练/推理。具体包括: 1) 网络 AI 可以利用网元和终端内生具备的各类 AI 基础能力 (例如, 连接、计算、数据、AI 训练和推理能力等); 2) 可以对网络自身及应用提供按需 (on-demand) 的 AI、计算、数据等服务; 3) 在无线异构、动态、全分布式等复杂环境下提供 AI QoS 保障服务。

相比云提供的集中、同构、稳定的 AI 环境, 网络 AI 架构面临如下技术挑战: 1) 分布式 AI 需要在海量的核心网网元、基站和 UE 上部署 AI, 需要从架构设计上考虑海量节点的高效管理, 以避免集中管理节点成为瓶颈; 2) 不同节点间的算力、内存、数据和算法能力等差异较大, 需要从架构设计上考虑异构节点的高效管理; 3) 无线环境的实时变化, 以及计算负载的动态变化等, 需要从架构设计上考虑动态变化的状态及时更新。因此, 本申请在架构设计中将以会话为中心转变为以任务为中心, 以解决上述挑战。

4) 原生 AI 的网络架构的典型特征。

传统的无线网络是以会话为中心的, 基于会话粒度来管控, 并实施会话的 QoS 保障。

图 87 为任务为中心的架构的核心特征。如图, 本申请提出的网络 AI, 从架构角度, 是需要原生智能的架构设计, 在架构层面原生支持连接、计算、数据和算法的深度融合。因此, 架构原生智能设计的关键, 本质上是需要支持以四要素深度融合为单位的实时管控, 即任务粒度的管控, 并支持任务 QoS 保障机制, 本申请将支持这两个基本能力的架构称为任务为中心的架构。

12.2、任务概述。

任务: 协同计算、算法、连接和数据完成某个特定的目标, 该目标来源于 AI 用例, 可以是一个或多个 AI 训练或 AI 推理。AI 用例到任务的映射过程可以是灵活的, 如上文中的描述, AI 用例可以先分解为一个或多个 AI 服务, AI 服务可以进一步分解为一个或多个 AI 工作流, 而 AI 工作流可进一步分解为一个或多个任务。

任务为中心: 是指以任务为管控对象, 支持任务的生命周期管控, 通过计算、算法、连接、数据的协同和调配等来保障任务的 QoS、确保任务的顺利执行等。其中, 任务的 QoS 来源于 AI 服务的 AI QoS 分解和映射, 与 AI 用例到任务的具体映射相关。

基于以上分析, 6G 网络架构在设计范式上, 需要实现如下关键转变:

- 变化 1: 管控对象从“会话”到“任务”

相比较传统的“会话”、AI 类任务的技术目的和技术手段与会话的不同。

从技术目的来看, 传统通信系统提供会话类业务, 典型应用场景是为特定终端间、或终端与应用服务器间提供会话服务, 最终目的还是传输用户数据 (包括语音)。而网络 AI

的目的与会话不同，如上述的网元智能和网络智能是为网络提供智能服务、以提升通信网络效率为目标，业务智能则是以为第三方提供 APP 层面的智能服务为目标。

从技术手段来看，传统通信业务为了传输用户数据，需要维护用户粒度的连接管道（如 UE 到基站、和基站到核心网的端到端隧道）、以及针对连接管道的生命周期管理和 QoS 保障机制，从而提供 QoS 可保障的数据传输服务。而 AI 属于数据和计算密集型业务，与会话相比具有如下差异化特征：一方面，AI 引入了新的资源维度，包括算力（如 CPU、GPU、和 NPU 等）、数据（如 AI 使用的和 AI 生成的）、以及算法（如神经网络模型、增强学习等）等，因此 6G 网络需引入新资源的管理机制；另一方面，单点计算瓶颈、数据隐私保护、超大模型存储瓶颈等多种因素导致单节点难以高效实现 AI 业务，只能通过多节点间的算力、算法和数据协同来完成，因此 6G 网络需引入节点间的新协同机制。

基于上述两点差异，可以看出“会话”系统无法支持原生 AI，因此需要设计新的“任务”系统来支持上述新机制（包括新资源的管理机制、和节点间的新协同机制）。本文将在 6G 网络层面通过协同多节点的、多维度资源来完成某个特定的目标，并将该目标定义为“任务”。

• 变化 2：管控资源从连接资源到四要素资源

“会话”系统是为用户进行数传建立通道及分配相应的连接和空口资源，而“任务”系统是为完成 AI 任务调配四要素资源。以 AI 推理任务为例，执行体需要先获取计算、数据和算法等资源信息，进而执行相关任务；例如，计算信息为某个任务对应的计算资源时隙或占比，数据信息为执行体实时采集的数据或外部输入的数据，算法信息包括可能的图神经网络(graph neural network, GNN)、卷积神经网络(convolutional neural networks, CNN)等 AI 模型或增强学习(reinforcement learning, RL)等 AI 算法。以联邦学习任务为例，多个执行体间相互协作共同训练 AI 模型，在训练过程中需利用分配的连接资源传递梯度信息。综上所述，由于任务的引入，管控资源从连接转变为连接、计算、数据和算法的四要素资源。

• 变化 3：从“会话管控”到“任务管控”

与传统的会话管控的功能不同，网络 AI 中的任务管控系统主要有如下功能：1) 对外服务到对内任务的分解/映射；2) 服务 QoS 到任务 QoS 的分解/映射；3) 提供四要素协同和多节点协同的机制，对基础设施层多节点的四要素资源进行编排和实时控制，最终实现任务粒度的分布式串行/并行处理、及其实时的 QoS 保障。其中，针对简单服务请求，一个服务可以对应/映射为一个任务；而对于复杂服务（如多业务流的集成、或仅有一个业务流的超大计算量的服务请求），可以映射为多个节点来系统执行。

下面针对上述功能 3) 展开进行说明。通常来说，针对一个具体 AI 任务的执行，需要两个维度的协同：

1) 四要素资源的协同

一个任务的执行可能同时需要连接、计算、数据、算法的部分或全部四要素资源。例如，在任务部署阶段提供四要素资源的配置，以及在任务执行期间进行实时的四要素资源调度。

2) 多节点协同

在传统通信网络中，连接相关的计算处理大多是在单个网元内实现的，网元间一般无

需算力共享和算力协同。随着越来越多的 AI 场景伴随着大规模的 AI 训练、大模型的 AI 推理和海量的感知图像处理，这些对算力的需求量远超传统通信网络，通过简单的扩容逐个网元的计算能力，会导致整网部署成本过高。而分布式计算可通过算力共享的方式来协同完成任务，因此协同任务（即涉及多节点协同的任务）需要节点间算力层面的协同。其次，随着数据隐私保护的要求越来越高，例如 UE 的原始数据由于隐私原因无法上传到网络进行训练，而联邦学习通过协同学习和梯度传递的方式在一定程度上解决了该问题，协同任务需要多节点间进行数据层面的协同。最后，为了支持内生 AI，模型的训练需要消耗较大的计算和存储资源，一个好的模型也需要在网络内共享以提升整网效率，协同任务需要多节点间进行 AI 模型层面的协同。

10 • 变化 4：从会话 QoS 到任务 QoS

6G 网络将不再只是服务于传统通信业务的管道，不同的智能应用场景对 AI 服务的质量将有着不同的需求，需要一套指标体系通过量化或分级的方式传达用户的需求以及网络编排控制 AI 各要素（包括连接、计算、数据和算法等）的综合效果。为此，本文提出了上述的 QoAIS 的概念。

15 传统通信网络的 QoS 主要考虑通信业务的时延和吞吐率等与连接相关的性能指标，6G 网络除了传统通信资源外，还将引入算力、算法和数据等新的资源维度，需扩充相应的评价指标。同时，随着全球智能应用行业对数据安全性和隐私性关注程度的普遍加强以及用户对网络自治能力需求的提升，未来性能相关指标将不再是用户关注的唯一指标，开销、安全、隐私和自治方面的需求将逐渐深化，从而成为评估服务质量的新维度。因此，20 本申请提出的 QoAIS 指标体系需从上述两方面对内容进行扩展。

例如，针对 AI 训练服务的 QoAIS 指标评估维度和内容包括：

1) 性能：性能指标界、训练耗时、泛化性、可重用性、鲁棒性、可解释性、损失函数与优化目标的一致性、公平性等；

2) 开销：存储开销、计算开销、传输开销、能耗等；

25 3) 安全：存储安全、计算安全、传输安全等；

4) 隐私：数据隐私等级、算法隐私等级等；

5) 自治：完全自治、部分人工可控、全部人工可控等。

管理编排系统通过管理层面、控制层面和用户层面相关机制的设计，以获得 QoAIS 的持续保障。

30 12.3、关键技术

图 88 为任务为中心的关键技术的示意图。相比于传统通信网络，本申请提出的任务为中心的框架涉及如下变化：

• 新增功能：

CN：新增 TCF、TPF 等网络功能（network function, NF）；

35 RAN：新增 TA、TS、TE 等功能；

UE：新增 TE 等功能。

• 新增协议栈：任务控制面协议栈和任务用户面协议栈；

控制面：增强 T-NAS 层、TRC 层、TRS 层等；

用户面：新增 TRD 层、增强 T-SDAP 层。

图 89 是任务为中心的关键技术全景图。如图 89，基于任务粒度的管控，具有如下好处：

统一的状态维护：四要素资源的状态库（如连接库、算力库、模型库和数据库等）维护（准实时）；

- 5 统一的任务管控：任务粒度的部署、执行及 QoS 保障，包括准实时的四要素协同（算法/数据与连接/算力的协同）以及 TE 的调整等。其中算法和数据协同在 TRC 层，连接和算力协同在 TRS 层；

统一的通算调度：不同任务的实时的通算调度；

- 10 统一的多任务调度：不同任务共享资源（连接、计算等），多任务间的差异化 QoS 保障；

统一的承载维护：用于传输任务信息。

此外，任务为中心的框架，将对接口带来影响。如图 90，由于 TE 可能部署在 UE 和各类网元节点，任务接口将涉及 3GPP 各类接口，如：

- Uu 接口；
- 15 • RAN 地面接口；
- CN 间接口。

即，任务相关信令需要在这些接口上传递。其中，任务相关信令的具体内容参见本文其它部分的说明，不再赘述。

- 20 为了实现上述的任务为中心的架构需求和目标，下面将重点阐述任务管控逻辑架构及其部署方式。

- 任务管控的逻辑架构

- 25 现有通信系统包括管理域和控制域，其中管理域部署的网管设备通过非实时的管理层面信令（通常为分钟级别）对网元设备进行操作和管理。控制域包括核心网设备、基站设备以及终端设备，其间的控制层面信令更为实时（通常为毫秒级别），例如用户进行语音通话时建立的端到端隧道通常在几十毫秒内完成。

图 91 为任务为中心的任务管控逻辑架构和功能示意图。

- 30 如图 91，任务管控包括两大逻辑功能：网络 AI 管理编排和任务控制。基于任务管控各阶段对实时性不同要求、任务管控范围等因素的考虑，本申请引入 NAMO，来完成从 AI 业务到任务的分解、映射和 AI 业务流编排。NAMO 通常是非实时的，一般部署在管理域；任务管控则是在控制层面引入任务锚点功能（task anchor, TA）、任务调度功能（task scheduler, TS）、任务执行功能（task executor, TE），对任务进行分层的控制，以在任务范围和任务实时调度之间寻求平衡。

如果仅通过管理域的 NAMO 对任务进行管控，将存在如下问题：

- 35 1) NAMO 无法直接管理 UE，涉及 UE 的任务需通过应用层来部署，网络无法感知，因此也无法实现四要素协同来管控和保障任务 QoS；

2) NAMO 信令时延较大（一般是分钟级别），导致任务管控不及时，难以满足严格的任务 QoS 保障要求；

3) NAMO 管理的节点多，如果进行高度集中的任务管控，信令消耗大。

因此，本申请提供的 RAN 架构引入一个任务锚点 TA 来负责任务的生命周期管控；

该节点部署在控制层面，能够保证信令的实时快速传输（毫秒级别），使得任务控制更为实时和高效；在任务范围较大的场景，TA 部署位置可能较高（例如部署在核心网），若有四要素资源控制的实时性需求，可将 TS 部署在靠近 TE 的位置，以便更实时地感知连接资源状态，以及进行实时 QoS 质量监控和资源调整。

5 基于上述的 TA、TS、TE 三级架构，下面分别阐述每个逻辑功能的功能特性。

任务锚点功能 TA：主要负责任务的生命周期管理，基于任务 QoS 需求完成任务部署、启动、删除、修改、监控等，包括调控四要素资源来进行任务初始部署阶段的粗粒度 QoS 保障。

10 任务调度功能 TS：主要负责任务执行阶段的控制和调度，包含信息收集和资源管理两个大模块。其中，信息收集是指 TS 需要实时感知多节点的算力负载、数据处理能力、当前使用的算法模型、以及通信管道的信道条件。基于上述信息收集，TS 相比 TA 具有更实时的资源管理能力，例如随着网络环境的变化，通过模型和数据的实时调整、或连接及算力的实时调度，进行更实时的 QoS 监控和保障。

15 任务执行功能 TE：主要负责任务的具体执行，以及可能的业务逻辑上的信息和数据交互。同一个服务请求可能被映射/分解为多个任务，部署在多个 TE 上执行。此外，任务执行期间不同 TE 间也可能存在数据和信息的交互，例如多节点之间进行联邦学习需要在节点间传递中间梯度信息。关于 TE 与任务数量的关系，同一个 TE 可执行单个任务、也可以支持多个并行任务。而具体的任务类型可以是计算、数据处理、AI 训练、AI 推理等。

• 任务管控的部署架构

20 TA 对 TE 的管理需要具备实时、灵活等要求，在 RAN 域内部署 RAN TA 实现对 RAN TE 的管理更为合理。同理，核心网（core network, CN）域内的 CN TA 对 CN TE 类似。这是因为 TE 的状态是实时变化的（例如，CPU 负载、内存、电量、UE 的信道状况等），TA/TS 的就近部署能够带来更少的管理时延。此外，根据无线网络的设计逻辑，CN 和 RAN 需要尽量解耦。例如 RAN RRM 和无线传输技术（radio transmission technology, RTT）优化不应 CN 感知；反之若由 CN TA 来管理 RAN TE 并执行 RAN 任务，会导致业务逻辑强耦合。因此本申请提出分别在 CN 域和 RAN 域都独立部署 TA/TS，达到实时管理和业务解耦的目的。下面通过四个用例来简单说明 CN TA 和 RAN TA 的必要性和合理性。需要说明的是，这里的用例仅做示意、除此之外可能还有其他的部署场景和部署架构，在此不做完整罗列。

30 以基站和终端进行联邦学习为例，下面详细说明 TA、TS、和 TE 如何部署。需要说明的是，在下面以联邦学习作为示例的实施例中，主要是为了说明 TA、TE 和 TS 的部署方式，并不关注基站在 cNode 和 sNode 功能上的具体划分，因此，下面以基站作为整体来进行示例说明。

35 图 92 为任务为中心的网络 AI 的部署方式。其中 gNB 对应 5G 网络中的基站，作为基站的一个示例，gNB 还可以以集中式单元（centralized unit, CU）和分布式单元（distributed unit, DU）分离的方式灵活部署。例如 CU 可以部署在云上，满足非实时的信令控制和数据传输；DU 部署在更靠近 UE 的本地，满足实时的资源分配和数据传输/重传等。

场景 1：基站（例如 gNB）+UE 的场景

在该场景中，gNB 同时是 TA 和 TS，UE 是 TE；此时 UE 是算力提供方和任务执行

方，接受 gNB 的任务管理和任务四要素调度（例如 UE 侧与基站的连接建立、空口资源的实时调度，以及 AI 模型的分配和实时调整等）。

场景 2：基站的 CU+基站的 DU 的场景

在该场景中，CU 同时是 TA 和 TS，DU 是 TE；此时 DU 是算力提供方和任务执行方。

场景 3：基站的 CU+基站的 DU+UE 的场景

在该场景中，CU 是 TA，DU 是 TS，UE 是 TE；此时 UE 是算力提供方和任务执行方，CU 是任务管理者，DU 感知 CU 给 UE 分配的任务、并进行四要素资源调度和任务实时 QoS 保障。此外，TA 和 TS 是分开部署的，TS 部署比 TA 位置更低，因此能够更实时感知 TE 的连接、算力、算法等状态，从而更为实时监控任务 QoS 和快速调整四要素资源。

场景 4：CN+基站（例如 gNB）+UE 的场景

在该场景中，CN 是 TA，gNB 是 TS，UE 是 TE；此时 UE 是算力提供方和任务执行方。

从上面 4 个场景的示例可以看出，TA、TS 和 TE 仅是逻辑功能，这些功能根据不同场景可以部署于同一逻辑节点或不同逻辑节点；从逻辑节点来看，单个节点可以同时具备多个逻辑功能（如 TA、TS、TE 的任意组合）。

下面介绍基于上述任务管控逻辑架构下的任务 QoS 的保障。

• 任务 QoS 保障

如上文所述，为保障 QoAIS 的达成，分层管控逻辑架构通过“三层闭环”进行实施。如图 93，任务触发后的流程可以分为 4 个阶段，分别是任务部署和启动、任务执行、任务更新以及任务结束。

图 93 是任务部署和执行流程示意图。任务的触发源将服务 workflow 传递给 TA 后，由 TA 映射到任务实例，部署到具体具备算力的网元上执行。任务的部署包含以下 2 个方面。

（1）任务实例的创建和分配

TA 入口接收到的是服务 workflow，可以从映射成一个或多个任务。TA 为每个任务创建实例，分配任务 id，设置任务 QoS。随后需要将这些任务分配到具体的网元上执行。

任务的分配需要知道网络中计算/连接资源的分布信息，这些信息由 TS 管理并上报给 TA。TS 可以部署在核心网或者基站，管理着各自域内的资源。以基站为例，TS 部署在基站上，则维护基站各节点的算力以及连接终端的算力。计算/连接信息可以是 TS 周期性的上报给 TA，也可以是 TA 主动向所属 TS 查询。

TA 根据各任务的算力需求，以及当前网络的算力资源，进行合理资源分配。例如：

workflow 实例化为 3 个任务，其中 TS1 上报的算力可以支撑 2 个任务，TS2 上报的算力可以支撑第 3 个任务，则 TA 的分配方案为：将任务 1 和 2 部署到 TS1 管理下的资源去执行，任务 3 部署到 TS2 管理下的资源去执行。具体的分配方案与算法实现有关，需要考虑 QoS 保障，资源能力，能耗等多个方面。

另外，网络 AI 中存在一种情况，某些任务有指定必须参与的网元，例如指定某些终端参与（数据在终端上），则在任务分配算法中需要将必选项作为约束条件。

某个任务实例分配到 TS 下属资源，则 TA 下发信令为该任务创建 TE。由于无线网络的动态变化性，以及多任务并行部署等情况，TS 接收到 TE 创建信令时对应计算资源已经

不可用，则回复拒绝，TA 需要重新分配到其他 TS 上；否则接受信令，创建 TE，并发送回执到 TA，回执中携带 TE 相关信息。

(2) 任务的参数配置

为任务创建好执行体 TE 后，就可以把任务部署到对应 TE 上，下发执行需要的参数配置。配置包括：

- 任务的输入 (input)、输出 (output)、模型等基本执行信息；
- 任务的 QoS，例如收敛时间，精度，能耗等；
- 多任务间的工作流关系，配置后 TE 间的业务交互不需要 TA 进行指令控制。

任务的参数配置下发到 TE 有两种选项：

10 选项 1：经由 TS 中转。TS 根据任务配置建立任务的上下文，从而可以对任务进行实时的调度控制。

选项 2：分别给 TS 和 TE 下发配置，两条配置内容可以有区别。下发给 TS 的配置用于建立任务的上下文，下发给 te 的配置用于任务执行。

• 任务执行控制

15 任务的执行是在 TE 上进行的，按照业务逻辑自行处理。TE 之间的数据交互不需要 TA 进行额外的控制，而是在业务逻辑中定义的，只需要 TA 在配置任务参数时，配置好 TE 间依赖关系。

20 例如多个 TE 之间进行联邦训练，某个 client TE（或称为客户端 TE）在完成本地训练后，会自行将梯度推送给 server TE（服务器 TE），而不需要通知 TA，由 TA 指示后续动作。这是非常关键的，避免 TA 因为干预业务逻辑而负担过重。

需要关注的是，在任务部署上，TS 管理的计算/连接资源可以部署多个任务，例如 TS 部署在基站，基站可以为多个任务创建 TE，以及基站连接的多个 UE 也可以创建 TE 来执行任务。多任务同时部署执行时，面对冲突需要 TS 进行调度，具体如下：

1) 带宽共享场景下的调度，分为信令和数据两类，如下面的 a)和 b)：

25 a) TS 与 TE 间的控制信令调度。例如基站 TS 下属多个 UE 在执行任务，TS 下发的参数调整指令需要进行任务-信令无线承载 (task-signaling radio bearer, T-SRB) 的调度；

b) TE 间业务交互的数据调度。例如基站部署了联邦的 parameter server，10 个 UE 作为联邦 client 上传梯度到参数服务器 (parameter server, PS)，需要 TS 进行任务-数据无线承载 (task-data radio bearer, T-DRB) 的调度；

30 2) 算力共享场景下的调度，根据多任务对算力的需求以及任务 QoS 对算力进行调度。

任务是一个过程，期间对于算力的需求是不断变化的，需要实时调度。例如，神经网络的训练任务，不同层需要的算力相差就很大。另外，任务执行过程中还会因为环境变化而影响任务的 QoS 达成，需要 TS 实时进行控制。这部分合并到第三阶段的任务更新中统一介绍。

35 • 任务更新

无线网络环境是不稳定的，存在实时动态的变化，例如用户移动、干扰变化、业务突发等，会影响到正在执行的任务。因此，任务的管理控制功能需要实时感知到任务执行环境的变化，从而调整任务的参数配置，使得任务顺利执行，保障任务 QoS。

图 94 为任务部署示意图。

在 3 层的任务管控架构中，由 TS 进行网络环境变化的感知。网络环境的变化按照任务拓扑关系是否改变可以分为两类，这里的拓扑关系是指，某个任务部署后对应的 TA/TS/TE 之间的组网关系。

5 第一类：拓扑关系未变化。例如链路 QoS 变化（用户拉远，干扰增强），算力变化（终端运行新 app）等，都没有改变拓扑关系；

第二类：拓扑关系改变，例如用户状态变化（进入 inactive/idle），切换，UE lost，终端极低电量需要中止任务等。

TS 在感知到任务执行环境发生了变化后，处理策略如下：

10 （1）拓扑关系未发生变化的场景，由 TS 直接实时更新配置，确保 task 的顺利执行和 QoS 保障。例如基站终端联合的 task，出现链路 QoS 变化，基站 TS 通过配置新的推理模型分割点，即可保证推理任务继续执行

（2）对于拓扑关系改变的场景，由于 TS 只能看到下属任务，在拓扑关系改变的情况下无法评估对整体工作流的影响，因此也不能作出合理的配置调整，需要通知 TA，由 TA 进行调整，重组整体任务的拓扑关系。

15 • 任务结束

任务执行结束后，需要进行两个方面的处理，一个是对任务执行的结果反馈，一个是对任务实例的删除。

（1）任务执行结果反馈

任务执行结束后，执行结果可能有两种反馈方式：

20 一种是把执行结果直接输出给触发源，例如网络训练的模型，推理的结果等；

另一种是执行结果直接在网络中使用，只将结果的获取地址反馈给触发源，例如 RAN 内部 RRM 算法类的 AI 模型。

25 TE 对于任务执行结果采用何种触发方式，以及触发源的地址，可以是在任务部署时作为参数带下来，由 TE 主动推送；也可以是通知 TA 任务结束，由 TA 下发推送指令，携带推送方式和触发源地址。

（2）任务实例删除

30 任务执行结束后，需要删除任务实例，属于任务的生命周期管理，由 TA 管理。TE 在任务结束后，发送消息通知 TA 任务结束，携带任务 id。TA 向该任务相关 TS 发送删除任务上下文和 TE 的指令。TS 接收到指令后，删除任务上下文并下发指令删除对应 TE，回收算力，更新自身的算力状态。

12.3.1、任务部署

1、单点任务部署

针对单点 AI 任务的配置，以 AI 推理任务为例，从如下几个方面出发进行详细阐述：

第 1 方面：任务的实时管控需要执行的操作以及对应的消息。

35 图 95 为针对连接 UE 的任务部署方式示意图。如图，对于任务的实时控制消息，任务锚点（可以是网络侧设备或 UE）对执行体（可以是网络侧设备，或 UE）可以通过如下方式来实现：

-方式 1：request/response 模式，针对任务锚点对设备或 UE 的任务配置，每条任务的配置信息，执行体都有对应的回复响应消息、以告知本次配置的结果（成功、失败、部分

成功等等)。

-方式 2: config 模式(无 response 回复消息), 针对任务锚点对 UE 的 AI 任务配置(idle/inactive), 每条任务的配置消息都默认配置成功, 因此执行体无需发送响应消息给配置方。

5 如下表 4 总结了所有任务相关的配置消息和携带的配置参数:

表 4: 任务部署消息表

消息名称	消息模式	配置参数
1、增加	• Req/Resp模式 • Config模式(无resp)	• task id、Input参数、模型描述、output参数、算法id(可选) • 配置解耦: inputs、outputs、model解耦, 通过task id组装; • 任务属性: area、timer、次数+周期、粒度等
2、修改		• Task id(必选) • 参数 • 状态(如start/suspend/resume/delete...等)
3、删除		• Task id(必选) • 配置保留指示(可选, 如保留任务配置/不保留任务配置)
4、上报	• request/response模式 • Report模式	• Task id(必选) • 执行结果 或 完成指示(可选)
5、状态查询	• Req/Resp模式 • Req/Resp + Report模式	• Task id(必选) • 查询参数(可选, 如进度、CPU负载、内存、剩余电量等) • 执行状态(必选)
6、异常上报	• Report模式	• Task id(必选) • 任务的异常原因(可选, 如软件异常等) • 任务的最新状态(可选, 如suspended/resumed/started/deleted等)
7、辅助信息上报	• Report模式	• Task id(必选) • 参数及参数值(必选), 具体参数参见任务增加消息。

第 2 方面: 任务的实时管控通过哪些接口来实现。

图 96 为针对空闲态 UE 的任务部署方式的示意图。如图, 针对任务锚点是 RAN 设备、任务执行体是 UE 的场景; RAN 对 UE 的任务配置信令、针对 UE 的不同 TRC 状态

10 分别有如下三种方式:

- 1)方式 1: 针对 idle UE, 通过系统信息块(system information block, SIB)广播信令进行任务的配置/重配;
- 2)方式 2: 针对 inactive UE, 通过 TRCReconfig 消息或 TRCRelease 消息进行任务的配置/重配; 其中 TRCReconfig 消息是 inactive UE 在之前处于 connected 态时基站下发的、
- 15 UE 在收到该条消息后、不进入 inactive 态; 而 TRCRelease 消息也是在 inactive UE 在之前处于 connected 态时基站下发的、但 UE 在收到该条消息后、立即进入 inactive 态;
- 3)方式 3: 针对 connected UE, 通过 TRCReconfig 消息进行任务的配置/重配。

进一步的, 针对任务锚点是网络侧设备(CN 网元、或 RAN 网元)、任务执行体也是网络设备的场景, 通过如下接口来实现任务的配置。以 5G 接口为例、任务锚点(假设为

CU) 对 RAN 设备的 AI 任务配置, 通过如下接口:

- CU->DU: 新定义 F1 消息;
- CP->UP: 新定义 E1 消息;
- gNB->gNB: 新定义 Xn 消息;
- CN->gNB: 新定义 Ng 消息;

5

针对设备间接口和上述新定义的消息, 图 97 可以简洁地反映各接口及定义。

上面讨论完配置消息后, 下面描述该配置消息中携带哪些信息, 从而完成对任务的具体参数配置, 如第 3 方面。

第 3 方面: 任务的实时管控涉及哪些参数。

10

以 AI 为例, 配置消息中携带的信息分为三大类, 对于一条配置消息而言, 其中所包含的参数可以是所述三大类参数中任意一项或多项的组合, 不作限定。

1) (算法) AI 模型:

■ 配置参数: task id, input 参数、模型描述、output 参数 (可选, 若为标准协议定义

的参数, 则无需额外定义或在配置消息中携带)。

15

■ 独立推理: 算法 id (可选、仅当独立推理时进行配置)

◆ input 参数: input 可以是具体的参数、例如 3GPP 定义的参数, 可以是 UE 自身采集或网络给的数据 (此时是 CPU offloading);

20

图 98 为分割推理示意图。所述的 input 参数和 output 参数分别为模型的输入参数和输出参数。在很多情况下, 将 AI/ML 模型推理工作完全放在终端或网络侧执行会带来终端和网络间计算资源和无线通信资源不平衡以及安全隐私等问题。因此, 可以考虑对 AI/ML 推理任务进行合理地分割, 使其能够在终端和网络两侧进行联合推理, 以减轻设备的算力、内存、存储、功耗和网络传输的压力, 降低 AI/ML 推理延迟和能耗, 提高推理准确性和效率。AI/ML 模型分割的原则是将算力、能耗消耗较多的计算转移到网络侧节点, 将对延迟敏感和在某些隐私保护规则下要求保留在终端上的计算保留在终端上。作为一个示例, 终端将执行 AI/ML 操作到某个特定部分, 或执行 AI/ML 模型到某个特定的层, 并将生成的中间数据发送到网络。网络侧节点负责执行 AI/ML 操作的剩余部分或 AI/ML 模型的剩余各层, 并将推理结果反馈给终端。模型分割点的选择需根据每一层消耗的算力、数据量的大小等, 设置几个备选分割点, 并根据终端算力和网络状况选择合适的分割点。

25

2) QoS: 该任务对应的 QoS 指标; 例如, 针对某个 AI 单点推理任务、可以为时延和可靠性的组合 (例如, 3ms+99.99%);

30

3) AI 任务属性:

图 99 为 AI 任务属性示意图。如图, AI 任务属性包括地理区域 (area)、定时器 (timer)、AI 推理任务的执行次数、AI 模型的应用粒度等参数。示例性地, AI 模型的应用粒度包括小区级 AI 模型, 即该 AI 模型对于小区内所有 UE 均适用; 用户级 AI 模型仅对部分 UE

35

■ 地理范围:

1) idle/inactive UE 超出地理范围、自动删除老的 AI 任务、通知基站 (可选);

2) connected UE 超出地理范围自动删除老的 AI 任务、基站删除任务 (可选);

■ 时效性: 定时器 (timer) 超时, idle/inactive/connected UE 都删除该任务; 配置可

以保留/删除（可以由基站提前配置、或协议预定义）。

1) 实时类：采用 Request/Response 模型、其中 Response 携带任务结果；

2) 非实时类：采用 Request/Response+Indicate 模型，其中，Indicate 携带任务结果；

- 5 ■ AI 推理任务执行次数：仅针对非算法类 AI 推理任务，支持 one shot 或周期的（periodical）或基于事件（event）的配置，以及 periodical 的基于 timer+number（即 AI 推理任务执行次数）的任务管理。

- 10 ■ 应用粒度：作用于 UE 粒度、UE 类型、小区粒度、小区对粒度、gNB 粒度、CN 粒度、区域粒度（例如跟踪区域码（tracking area code, TAC）、基于 RAN 的通知区域号（RAN-based notification area code, RANAC））等。

针对上述任务的具体参数，UE 侧行为如下：

■ 地理范围：

假设每个小区广播 area id，以及任务配置信息（可选）；

- 15 图 100 为任务移动性示意图。如图，以两个小区为例，该两个小区分别用小区 1 和小区 2 来表示。其中，小区 1 广播 Area id=1 和任务配置 1，小区 2 广播 Area id=2 和任务配置 2。示例性地，广播消息可以为系统信息块（system information block, SIB）。

1) idle/inactive UE 超出地理范围、自动删除老的 AI 任务、并通知基站（可选）；

2) connected UE 超出地理范围自动删除老的 AI 任务、基站删除任务（可选）；

- 20 3) idle/inactive/connected UE 在每接入一个新小区时，先通过该小区 SIB 中对应的 area id、来判断是否需要重新获取任务配置（及 AI 模型配置）；

➤ 若是新 area：

删除老 area 对应的任务配置；

重新读取 SIB、获取该小区对应的任务配置信息。

➤ 若非新 area：

- 25 无需重新获取该小区的任务配置信息。

- 时效性：timer 超时，idle/inactive/connected UE 都删除该任务；配置可以保留/删除（可以由基站提前配置、或协议预定义）。

• UE 在接收基站配置的任务相关的定时器、并启动该任务后、立即启动 timer；

• UE 侧 timer 超时后、停止/删除该任务。

- 30 ■ 任务执行次数：仅针对非算法类 AI 推理任务，支持 one shot 或 periodical 或 event 的配置，及 periodical 的基于 timer+number 的任务管理。

• UE 在接收基站配置的任务相关的参数、并启动该任务后、对任务的执行次数进行计数（初始值=0，每执行一次+1；或初始值为 N(总次数)，每执行一次-1）；

• UE 侧执行预配置的次数后（N 次）、停止/删除该任务。

35 2、协同任务配置

单点任务的配置和协同任务的配置的主要区别参见图 101。主要区别在于：

1) 执行体个数：单点任务中执行体个数为 1；多点协同的执行体个数大于或等于 2；

2) 同时配置成功：单点任务中单个执行体配置成功，就任务成功；而多点协同中由于要给多个执行体同时配置、因此会出现部分执行体配置成功、部分不成功的场景，此时

如何进行配置回退或恢复则是本场景主要解决的问题。

3) 任务的重配: 单点任务只能由锚点给执行体配置; 多点协同中除了任务锚点给执行体的配置/重配, 还可以由执行体 1 给执行体 2 的进行重配。

4) 路径的配置: 协同任务中多个执行体之间的协同信息交互的路径有多种, 具体通过哪条路径上报需要预先配置给执行体。

相比于单点 AI 任务的配置, 协同 AI 任务的配置由于涉及到两个或多个执行体的协同配置, 因此需要考虑更多问题, 例如, 配置失联、执行体间配置以及多路径上报等问题。

1) 问题 1: 配置关联

在协同 AI 任务的配置中, 相比较单点 AI 任务的配置, 协同 AI 任务的配置由于涉及到两个/多个执行体的协同配置, 因此需额外考虑某个/某些执行体配置失败的情况下配置回退的问题。对此, 本申请实施例给出两个方案, 如下面的方案 1 和方案 2。

方案 1: 同时配置 (无先后顺序)

图 102 为一种协同 AI 任务配置方案的示意图。如图, 在单点 AI 任务配置中, 任务锚点仅对一个执行体进行任务配置。而在协同 AI 任务配置中, 任务锚点可以同时多个执行体进行任务配置, 仅以两个执行体, 例如执行体 1 和执行体 2 为例进行说明, 即执行体 2 的配置不依赖于对执行体 1 的配置是否成功。

而这种方案带来的一个问题是: 若执行体 1 的配置失败、而执行体 2 的配置成功, 此时由于执行体 1 和执行体 2 的配置不同步、因此无法协同执行任务; 此时需要有额外的信令进行配置回退, 例如, 将执行体 2 的之前配置成功的协同任务的配置进行回退到没有配置之前的状态。

方案 2: 同时配置 (有先后顺序)

图 103 为另一种协同 AI 任务配置方案的示意图, 在该方案中, 任务锚点针对执行体 2 的协同任务的配置依赖于任务锚点对执行体 1 的配置是否已经成功; 例如, 若任务锚点对执行体 1 配置成功、则继续对执行体 2 进行配置; 否则若执行体 1 的配置失败, 则任务锚点不会针对执行体 2 进行该协同任务进行配置。

2) 问题 2: 执行体间配置

以 2 个执行体为例, 执行体间配置, 是指任务锚点不对执行体 2 直接配置, 而由执行体 1 对执行体 2 进行配置。

图 104 为执行体间配置的示意图。具体步骤如下:

步骤 1: 任务锚点对执行体 1 的配置中, 包括参数列表, 示例性地, 参数列表可以包括 task id, {model id+model 配置} 等, 以及可选地、携带执行体 2 的标识信息或类型信息, 例如 Node id/UE id、Node type/UE type 等。

步骤 2: 执行体 1 对执行体 2 的配置中, 包括参数:

- 选项 1: (task id, {model id+model 配置});
- 选项 2: (task id, {model id+model 配置}), (task id, model id)。

步骤 3: 执行体 1 或执行体 2 给任务锚点反馈最新模型, 包括参数 (task id, model id)。

3) 问题 3: 多路径上报

针对 CU/DU 分离、CP/UP 分离场景、协同方可以是 CP、UP、DU 分别与 UE 进行协

作，上报路径也由任务锚点给 UE 进行配置，例如配置上报的层名称、节点名称。

- 当任务锚点给执行体 1/2 配置任务时，可以指定任务结果上报的路径：

Opt1: 节点名称，例如 CU-CP、CU-UP、DU

Opt2: 层名称，例如 TRS 层、TRC 层、T-SDAP 层等

5 Opt3: 节点名称和层名称

图 105 为协同 AI 任务的多路径上报的示意图。

- 当执行体 2 上报任务执行结果时，考虑到 TRS CE/T-SDAP Control PDU 增强难度大因此，可以不直接上报给执行体 1，而是上报给其他网元（例如任务锚点）时，需要透明/非透明转发给执行体 1，并携带如下参数的一项或多项：

10 task id, result（中间 output、梯度信息等）或 UE 标识。

针对协同任务的信息上报路径配置，可以是任务锚点对执行体的配置，也可以是执行体对其他执行体的配置（例如执行体 1 对执行体 2 的配置）。

针对需转发的场景（例如上述场景中的 UE 同时与 CU-CP、CU-UP、DU 都有不同的协作任务、需要上报不同的协作信息给上述不同节点；而任务锚点/执行体 1 给执行体 2
15 （本例中为 UE）配置的上报通道都是路径 2（例如，在 TRC 层携带协同信息），也可以是其他路径，方案类似）。CU-CP 在解析 TRC 信令并获得对应的协同信息后，判断出来不是发送给自己的，需要进一步转发（透传或非透传方式）给其他实体（如 DU、CU-UP 等网元），则 CU-CP 需要额外执行如下操作：

Step1: 判断本信息是否给自己的

20 显式方式：例如 UE 上报的每个协作信息中都上报其他网元的标识或协议层标识：

方式一：网元标识（如 CU-UP 或 DU、CU-CP 等）；

方式二：协议层标识（如 TRS/PHY 是需要后续转发给 DU 的，如 T-SDAP 是需要转发给 CU-UP 的；如 TRC 是需要 CU-CP 处理的）；

隐式方式（task id）：例如在配置是一个任务就只能有唯一的一条上报路径配置，这样 task id 和上报路径是一一映射的，可以通过后续 UE 上报的协同任务信息中携带的 task
25 id 来进一步判断出对应的转发实体。

Step2: 若是需要转发给其他实体的：

透明转发：通过透传方式、不解析协同信息的具体内容，完整地转发给目的网元；

非透明转发：先解析具体内容、再重新组织消息并发送给目的网元。

30 下面介绍任务承载，具体地涉及信令承载和数据承载。

12.3.2、任务承载

12.3.2.1、数据承载

图 106 为任务信息的交互场景的示例，例如：

- 场景 1: 计算/数据（串行）任务，集中式业务流处理；
- 35 • 场景 2: 计算/数据（串行）任务，分布式业务流处理；
- 场景 3: AI 训练任务（FL），梯度上报，更新模型下发；
- 场景 4: AI 推理任务（联合推理），交互中间 output。

为了在无线通信网络中传输任务数据，需要解决如下问题：

- 1) 问题 1: TRB 通过信令方式承载或是数据方式来承载？

图 107 为承载任务数据的一些可能方式。如图 107, 一种可能的方式(如图中的 Opt1)是通过 SRB 来承载任务数据(图中将承载任务数据的 SRB 表示为 T-SRB), 但是此方式可能存在如下问题:

- 1) 数量有限(3 个, 不考虑 NSA 和 QoE);
- 2) 无差异化 QoS;
- 3) 最大限制(16*9k), 无法承载超大模型/数据。

另一种方式(如图中的 Opt2)是通过 DRB 承载任务数据(图中将承载任务数据的 DRB 表示为 T-DRB), 此方式可能存在的问题:

■ 问题 1-非透传: 当前为基站透传模式, 需要新增非透传模式(即需要基站解析并终结);

■ 问题 2-QoS 相关的问题:

例如, QoS 指标: 计算类、AI 类、感知类与通信 QoS 指标不同; 任务 QoS 与通信 QoS 所采用的 QoS 指标不同;

又例如, QoS 机制: (RAN AI4NET 场景) 无 CN 参与, 无法重用 CN 生成 QoS 并传递给 RAN 的机制; 不携带 IP 信息, 无法重用 IP QoS flow 映射机制;

■ 问题 3-协议栈:

New TRD (task resource data) -原生 AI 层;

超大模型/数据: PDCP SDU (受到 9k 限制) 无法承载大模型;

(Uu)SDAP+: 无法重用 QoS flow DRB 映射机制;

■ 问题 4-承载:

协议栈不同, 需要 task 专用承载。

针对 DRB 承载任务数据存在的上述问题 1 至问题 4, 对应的解决方案如下:

(1) 针对问题 1 的方案 1:

新增逻辑信道(logical channel, LCH)类型, 例如, “DRB type”;

◆ “Task type”或“Data type”(传统的会话数据)。也即, 数据分为会话数据和任务数据, 并分别通过 datatype 和 task type 标识。

(2) 针对问题 2 的方案 2

问题 2 的现状以及解决方案参见图 108。

场景 1: UE 与 DU 作 FL, 如何传输梯度信息。一种方案是 T-SRB 承载, CU 转发: UE 和 CU 交互, CU 转发给 DU, 时延过大。另一种方案是通过 DCI/UCI/MAC CE 来承载任务信息, DU 解析并处理 DCI/UCI/MAC CE。缺点是数据量小, 且数据格式不灵活。

场景 2: UE 与 CU-CP 作 FL, 如何传输梯度信息? 一种方案是 T-SRB 承载, UE 和 CU-CP 交互, DU 发现是 T-SRB 承载, 则直接转发给 CU-CP, 缺点同 SRB 类似, 大小限制且无 QoS 等级。

场景 3: UE 与 CU-UP 作计算 offloading, 如何传输中间计算结果? 一种方案是 T-DRB 承载, 可重用现有机制(UE 与 DU 交互, DU 发现是 T-DRB 承载, 则直接转发给 CU-CP), 但是 CU-UP 目前只能透传 T-DRB, 无法解析并终结。

本申请提供的解决上述问题 2 的方案 2 如下:

全栈 T-DRB

- 1) DU 协议栈
原来: 仅有 PHY 和 TRS;
现在: PHY、TRS、和 T-DRB (PHY/MAC/RLC/PDCP/SDAP/TRD)。
- 2) CU-CP 协议栈
5 原来: T-SRB;
现在: T-SRB 和 T-DRB。
- 3) CU-UP 协议栈
原来: 仅有 T-DRB;
现在: 无新增。
- 10 DU 转发策略:
原来: DCI/UCI/MAC CE 给自己, SRB 给 CU-CP, DRB 给 CU-UP;
现在: 根据不同的 T-DRB 编号, 决定自用 (路径 1)、转给 CU-CP, 还是 CU-UP。
CU-CP 转发策略:
原来: 不支持 T-DRB 接收;
15 现在: 接收 T-DRB 并无条件终结 (路径 2);
CU-UP 转发策略:
原来: 接收 DRB 并透传给 UPF;
现在: 根据 T-DRB ID 识别哪些是给自己的 (路径 3), 哪些是给 UPF 的 (路径 4)。
- (3) 针对问题 3 的方案 3
20 ■ (Uu)SDAP+: 无法重用 QoS flow 到 DRB 映射机制; 需要新增 task id 到 DRB 的映射;
■ AI 层:
◆ 由于 PDCPSDU 大小限制 (9k), 为了支持更大模型的传输, 需在 TRD 层新增分段/级联功能;
25 ◆ TRD 功能: 新增 AI 训练/推理/模型处理等功能 (压缩/剪枝/量化/安全等);
◆ 数据层/计算层/感知层: 支撑数据面/计算面等。
- (4) 针对问题 4 的方案 4
图 109 为通过 T-DRB 承载任务数据的解决方案的示意图。
• cNode/sNode 给 UE 配置建立不同的 DRB, 并将 task 数据映射到 DRB1, 2; 将 data
30 数据映射到 DRB3, 4;
• cNode/sNode 在收到上行 DRB 数据后, 根据 DRB id 区分 1, 2 为自己处理并终结;
DRB id 为 3, 4 的需要转发给 CF-U。
- 12.3.3、任务控制
1、无线环境适配。
35 6G 网络支持内生 AI, 将连接、计算、算法、数据进行深度融合, 打通多点协作通道, 为 AI 任务提供完整的运行环境。不同于传统网络中以会话连接为中心的架构, 6G 内生 AI 以任务为中心, 对任务进行生命周期管理, 调度控制以及执行。
由于无线网络环境是不稳定的, 存在实时动态的变化, 例如用户移动、干扰变化、业务突发等, 会影响到正在执行的任务。因此, 任务的管理控制功能需要实时感知到任务执

行环境的变化，从而调整任务的参数配置，使得任务顺利执行，保障任务 QoS。

网络环境的变化按照任务拓扑关系是否改变可以分为两类，

第一类：拓扑关系未变化。例如链路 QoS 变化（用户拉远，干扰增强），算力变化（终端运行新 app）等，都没有改变拓扑关系；第二类：拓扑关系改变，例如终端状态变化（例如终端进入 inactive/idle 态等），终端切换、TE DropOut 等。

这两类环境变化的处理流程有所不同，下面分别描述。

- 拓扑关系发生变化

由于 TS 只能看到下属任务，在拓扑关系改变的情况下无法评估对整体工作流的影响，因此也不能作出合理的配置调整，需要通知 TA，由 TA 进行调整，重组整体任务的拓扑关系。以用户切换到另一个站，若 TS 简单的把任务上下文迁移到新站，会导致源站上的 TE 与 UE 的数据交互时延增加，整体服务的 QoS 无法保证。此时，应该由 TA 评估 UE 切换后时延对整体工作流的影响，并调整相关任务配置，保证整体服务的 QoS。

核心处理流程如图 110 所示，图 110 为任务环境变化时的任务四要素实时调整的示意图。

步骤 1：当 TS 感知到任务执行环境发生变化，且会影响到任务的拓扑关系时，就需要通知到 TA，由 TA 来进行决策，修改任务配置，更新拓扑关系。

步骤 2：TS 向 TA 发出“任务执行环境变化通知”消息，携带任务 ID、改变原因等。其中改变原因可以包括类别、对象和幅度等信息元素（information element, IE）。

步骤 3：TA 接收到变化通知后，作出调整决策，修改任务配置，重组拓扑关系。决策方案取决于算法实现，最后的配置修改按照级别可以粗分为：

（1）TS 改变。任务执行体不变，在新的 TS 上建立相关的任务上下文，并把新的 TS 更新到任务拓扑关系中来。比如用户切换到新基站后，在新的基站 TS 上建立该任务上下文；

（2）TE 改变。放弃任务之前的执行体，切换到新的执行体上，需要将数据/模型/配置等系列执行中间过程全部搬移到新 TE 上，且可能也需要根据新 TE 来选择对应新的 TS；如果任务的多个 TE 间存在业务交互，还需要更新 TE 间的拓扑关系。

（3）TA 改变，如果拓扑关系变化超过了当前 TA 的管理域，进入新的 TA 管理域，则需要新的 TA 下重新建立一套完整的任务执行环境，相当于新建一个任务。

步骤 4：决策方案制定后，将新的配置下发到相关网元。

下面举几个具体的例子（case）来说明：

- case1：终端进入 idle 态下的调整

图 111 为针对空闲态 UE 的任务数据传输示意图。如图 111，UE 进入 idle 态，之前部署在 UE 上的任务无法进行调度控制，也不能和 TS、TE 交互，任务 QoS 无法得到保障，需要对任务执行环境进行调整。流程如下：

步骤 1：xNB1 所在的 TS，根据之前建立的任务上下文，识别到该 UE 有相关任务在执行，触发任务环境变化处理流程。UE 进入 idle，判断此种情况属于任务拓扑关系改变，需要通知 TA。

步骤 2：xNB1 向 TA 发出任务环境改变通知，包括任务 ID、改变原因等。示例性地，改变原因包括：类别=UE IDLE，对象=UE ID。

步骤 3: TA 收到通知后, 根据 UE ID 识别其在整个任务中所属环节, 决策调整方案。如上文所述, 决策方案属于具体的算法实现, 这里作为一个示例: 寻呼到对应 UE, 在新基站 xNB2 建立 UE 任务的上下文, 更新拓扑关系。

步骤 4: TA 触发核心网寻呼该 UE, 确认 UE 新连接基站 xNB2

5 步骤 5: 配置下发, 在 TS@xNB2 创建 UE 任务上下文, 更新拓扑关系。其中, TS@xNB2 表示 xNB2 上的任务调度器。下文实施例不再重复说明。

在上述 TA 决策的一个示例中, 步骤 4 需要增加 TA 与 CN 的交互消息, 以及在 CN 上增加 Task 感知功能。如图 112 所示, 图 112 为任务完成时的任务数据传输示意图。

10 RAN (具体为 TA) 向核心网触发寻呼请求, 寻呼原因需要新增一个类别, 为 task; 核心网的寻呼流程可以重用现有寻呼流程, 但是在寻呼到后, 需要新增 task 感知功能; CN 在 UE 接入新基站之后, 将新基站的信息告知 TA。

- case2: 终端切换后的调整

任务执行过程中, UE 切换到另一个基站, 导致原基站无法继续对 UE 进行任务调度控制, 任务 QoS 无法得到保障, 需要对任务执行环境进行调整。流程参见图 113 所示, 图 15 113 为终端执行切换情况下的任务调整流程。

步骤 1: xNB1 上所属 TS 在 UE 发生切换后, 通过之前创建的任务上下文, 识别到该 UE 有相关任务在执行, 触发任务处理流程。UE 切换, 判断任务拓扑关系改变, 需要通知 TA

20 步骤 2: xNB1 向 TA 发出任务环境改变通知, 包括任务 ID、改变原因等。作为一个示例, 改变原因包括: 类别=UE HO, 对象=UE ID。

步骤 3: TA 收到通知后, 根据 UE ID 识别其在整个任务中所属环节, 决策调整方案。作为一个示例, 调整方案可以为, 基站 TE 不变, 在新基站 xNB2 建立 UE 任务的上下文, 更新拓扑关系

25 步骤 4: 配置下发, 在 TS@xNB2 创建 UE 任务上下文, 更新拓扑关系。
2、四要素实时协同。

图 114 为四要素实时协同示意图。

任务的四要素实时协同是指以任务为粒度的、随着环境变化或某个要素状态的变化、为了取得更优性能或节能等考虑, 从而调整其他关联要素, 例如:

30 • 连接→算法 (即基于连状态的变化对算法进行调整): UE 和基站进行联合推理, 基站对 UE 侧模型调整:

- UE 电量/UE CPU 负载, 例如, 电量少或负载高时, 分割点向前调整;

- 连接状况, 例如, 带宽小时, 分割点调整为中间 output 少的位置;

- 模型→连接 (即基于模型变化对连接的资源进行调整): UE 和基站进行联邦学习:

35 ■ 基站在对 UE 的模型调整后, 不同的模型或分割点的梯度信息大小不同, 进而分配不同的空口资源 (SPS 或 GF)。

- 数据→节点 (即基于数据对节点进行调整)

- 基站根据非独立同分布 (non-independent identically distribution, non-IID) 原则选择 UE 上报。

12.3.4、移动性

由于终端的移动性，带来任务的状态更新更为复杂，需要考虑如下问题：

• 问题 1: 针对 UE 在源小区的老任务，在 UE 移动并切换/驻留到目标(新)小区后、老任务的计算上下文如何迁移、以及 TA/TS 是否迁移，以便使能老任务的继续执行。

5 • 问题 2: 针对 UE 在移动/重选到目标(新)小区后、目标(新)小区的新任务的配置需要时间，如何使得 UE 尽早获得新任务的配置并提前使用。

针对上述问题，本申请提出对应的解决方案，如下面方案 1 和方案 2。

• 针对上述问题 1 的方案 1 如图 115 所示，图 115 为切换场景下任务上下文迁移示意图。具体地，方案 1 如下：

- 10 ■ (源小区的)老任务的执行体，随着任务锚点的切换而切换/不切：
 - ◆ 协商：需要交互任务进展信息，以便决策执行体/任务锚点等是否迁移；
 - ◆ 源向目标传递剩余计算量，例如，算力(任务完成度/剩余计算量)、算法(AI 模型、数据等)；
- 15 ■ 目标决策是否进行执行体切换；
 - 若执行切换：UE 计算上下文从源基站迁移到目标基站：
 - ◆ 训练任务：算法(已学习到的模型、未更新的梯度信息)、数据(未学习的)等；
 - ◆ 推理任务：数据(剩余 inputs)、算法(剩余模型)等。

• 针对上述问题 2 的方案 2 如图 116 所示，图 116 为 UE 移动场景下的邻区任务配置的提前获取的示意图。具体地，方案 2 如下：

- 20 ■ (目标小区的)新任务配置：为了减少配置信令开销，需要站间传递新/老任务配置(例如算力、算法、数据、连接等)；对于连接态 UE：执行切换；对于空闲态 UE：执行重选。

可选地，针对连接态 UE，有如下两种方案，下面结合图 117 来说明这两个方案。

Opt1: 为了减小目标小区给 UE 的 AI 任务的配置开销，可以包括如下流程：

25 步骤 1: 源小区将本小区的任务配置信息传递给目标小区(可重用现有切换(handover, HO)流程，但是携带任务配置)；

步骤 2: 目标小区根据获取到的老任务的配置，进行 delta 配置(例如，总共任务有 10 个参数，其中 9 个参数的配置在源小区和目标小区的配置中相同，则目标小区只需下发不同的那一个参数给 UE)；

30 步骤 3: 目标小区将 delta 配置发送给源小区(携带任务配置)；

步骤 4: 源小区在 HO CMD 中将目标小区的配置透传给 UE(携带任务配置)。

Opt2: 为了避免在上述 Opt1 的方案中的步骤 3 中携带任务配置，可以在该步骤中仅携带任务配置索引，从而减少地面接口以及空口的配置开销；但此时增强需要新增步骤 0、以便在基站启动后通过 Xn setup 消息提前携带{任务 id, 任务配置}的索引关系，如图 125 35 中方案 2 所示。

针对空闲态 UE，提供如下三种方案(如选项 1，选项 2a 和选项 2b)。

选项 1: 如图 118 所示，为了使得 UE 快速获取邻区 AI 任务配置，并尽快应用(相比较本方案，需要 UE 在重选并驻留到目标小区、并通过读取目标小区的 SIB、才能获得该小区的任务配置；本方案能够节省 UE 读取目标小区 SIB 的时间)，有如下流程：

步骤 1: 通过站间接口启动消息、获取邻区的任务配置信息;

步骤 2: 本小区通过 SIB 广播邻区的任务配置信息;

选项 2a: 如图 119 所示, 每个小区会广播自己的 area id, UE 可认为处于相同 area id 内的小区任务配置相同;

5 步骤 1: 通过站间接口、获取邻区的任务配置信息 (包括 area id);

步骤 2: 本小区通过 SIB 广播邻区的任务配置信息 (包括 area id);

可选地, 若本小区 area id 与邻区 area id 不同, 则向邻区请求更多任务配置信息;

步骤 3: 本小区请求邻区 AI 模型;

步骤 4: 邻区反馈;

10 步骤 5: 本小区在 SIB 广播邻区模型。

选项 2b: 如图 120 所示, 通过 Xn setup 交互 area id 和任务配置参数 (无论两个小区的 area id 是否相同)

步骤 1: 通过站间接口、获取邻区的任务配置信息 (包括 area id+任务配置参数);

15 步骤 2: 本小区通过 SIB 广播邻区的任务配置信息 (包括 area id+任务配置参数 (可选)); 当本小区 area id 与邻区的 area id 不同时, 则同时广播邻区的 area id+任务配置参数; 否则仅广播邻区的 area id 即可 (因为与本小区的任务配置参数相同)。

13、6G 新增特性-连接+ (即超连接的特性)。

全解耦的网络架构, 支持:

- 控制和数据 Node 分离

20 适用场景: 极简载波 (载波仅用于数据传输), 极致节能 (动态开启/关闭 sNode), 无线接入技术 (radio access technology, RAT) 极致聚合 (cNode 集中控制 LTE、NR、6G);

- 上行和下行 Node 分离

适用场景: UL-only Node (增加上行覆盖/吞吐、使能 TDD 异配比、使能全双工), 异构网络;

25 适用场景: 上行和下行频谱分离

适用场景: 频谱云化, 上下行载波单独管理;

- 上行和下行 RF 分离

适用场景: 统一独立射频 (radio frequency, RF) 管理 (最优化 RF 调度)。

- 感知/AI 控制和执行分离

30 适用场景: cNode 集中 AI 管理和控制。

13.1、控制和数据 Node 分离

35 图 121 为控制和数据分离示意图。如图, cNode 提供连接的控制功能, 负责 CP 功能, 包括主信息块 (main information block, MIB)、系统信息块 (system information block, SIB)、同步信号块 (synchronization signal and PBCH block, SSB)、寻呼 (paging) 和任务资源控制 (task resource control, TRC)。

sNode 提供连接的数据功能, 具体地, sNode 提供数据传输功能, 物理层控制信息, 例如下行控制信息 (downlink control information, DCI)、上行控制信息 (uplink control information, UCI) 可以由 sNode 承载, 或者由 cNode 承载, 从而实现极简数据载波。

控制和数据 Node 分离可以使能高频高效传输, 图 122 为控制和数据 Node 分离下的低频辅助高频的示意图。如图 122 所示, 通过低频 cNode 辅助高频 sNode, 辅助高频快速波束对准, 降低波束扫描开销和接入时延。

- 5 控制和数据 Node 分离可以使能网络节能, cNode 根据接入用户数和用户业务需求, 动态关闭和开启 sNode, 在保障数据业务的同时, 降低了网络能耗。

控制和数据 Node 分离可以使能多 RAT 极致聚合, 比如聚合 5G 和 6G, 如图 123 所示, 图 123 为控制和数据 Node 分离下的多 RAT 聚合示意图。cNode 可以提供无感知制式物理层动态切换、聚合。终端只连接一种制式的 TRC 连接, 但可通过 cNode 使能终端无感知的支持使用两种不同制式的空口切换或聚合。

- 10 多 RAT 极致聚合的协议栈如附图 124 所示, 图 124 为控制和数据 Node 分离-多 RAT 聚合 (TRS 层分流)。多 RAT 协议栈共用一个 PDCP、RLC 和 TRS layer, 不同于双连接 DC 在 PDCP 分流、载波聚合 CA 在 TRS 层分流, 极致聚合在物理层对多 RAT 进行分流, 使能物理层联合处理, 从而快速/高效地使能多 RAT 协作。

- 15 图 125 为控制和数据 Node 分离的网络拓扑示意图。如图 125, 控制始终来自于 cNode, 独立 RRU 进行极致广覆盖, cNode 进行集中式连接控制, 统一进行干扰协调、资源分配等功能。

13.2、上行和下行 Node 分离

- 20 上下和下行接入的节点可以不同, 网络中可以部署 UL-only node, 该节点只有接收模块, 没有发送模块, 例如, 没有功率放大器 (power amplifier)。UL-only node 具有低成本、易部署的特点。密集部署 UL-only node 可以显著提升网络性能, 包括如下一项或多项:

提升上行 SNR, 提升 UL 覆盖和吞吐量;

上下行物理隔离使能异配比 TDD;

上下行物理隔离使能全双工。

- 25 传统提升上行覆盖的方案包括异配比 TDD, 其中, 宏站和小站 TDD 配比不同, 或者全双工技术。但是自干扰和交叉干扰是全双工、异配比 TDD 面临的主要问题。UL-only node 的部署可以拉远 DL RRH 和 UL RRH 的距离, 可以降低自干扰的功率, 从而降低先进接收机的实现复杂度; 并且拉近 UL RRH 和 UE 的距离, 从而提升了 UL 接收功率, 降低了邻居 DL RRH 的交叉干扰。通过空间分离的 DL 和 UL RRH, 从而使能全双工或者异配比 TDD。

- 30 上行和下行 Node 分离还可适用于异构网络 HetNet 中, 如图 126, 包括如下场景:

1) 低频+高频 TRP, 下行接入到高频 TRP, 上行接入到低频 TRP (低频 UL 或者补充上行链路 (supplementary uplink, SUL));

2) Macro+Pico TRP, 当 UE 在 Pico 小站覆盖边缘时, 上行接入到 Pico 小站, 下行接入到宏站。

- 35 上行和下行 Node 分离, 关键技术包括独立的上下行 Node 管理; 独立的上下行功率控制以及独立的上行移动性管理。

13.3、上行和下行频谱分离

5G 是基于配对的上下行频谱管理, 即基于 cell 的管理, 一个 cell 可以是配对的上下行 FDD 频谱, 或者是 TDD 频谱, 或者是 TDD 频谱加上 SUL 频谱。6G 采用上下行频谱

独立管理，即以 UE 为中心的上下行载波资源池管理，灵活为 UE 从下行和上行载波资源池中选择最优载波，保证 UE 随时随地主载波、随时随地最佳链路、切换零等待、载波池间资源共享提供最佳容量平衡和最好边缘覆盖性能。

上下行频谱分离，包括：

- 5 • 灵活载波切换：如图 127 所示，多载波协作 TDD 配比，多载波间组合为一个 FDD 频谱，降低传输/反馈时延；
- 灵活载波传输：如图 128，针对每次的上/下行的数据传输，初始传输在高频上进行发送，若有重传，例如，初传不成功反馈 NACK 的情况下，重传在低频上进行发送。多载波间半静态/动态切换增加上行传输机会，提升覆盖；低频辅助高频重传，提升高频鲁棒性；
- 10 • 协作载波：如图 129，多载波间动态数据切换，大数据包被调度在高频进行传输，小数据包或者不能配对的 UE 被调度在低频进行传输，提升高频频谱效率。

13.4、上行和下行 RF 分离

上行和下行 RF 独立管理，RF 包括天线、射频通道等，UE RF 作为一种资源可以被基站灵活调度，支持：

- 15 • 灵活指示用于数据发送或接收的天线数：UE 在一个载波上进行数据发送时，基站可以指示 UE 用多少根天线发送，使能超级上行。支持将所有的发送天线切换到一个载波上。
- 灵活指示用于信道探测的天线数：对于 SRS 天线选择，在一个载波上，基站指示 UE 使用多少根天线和多少个端口进行 SRS 发送。支持将所有的发送天线用于一个载波的
- 20 SRS 发送，使能快速天线选择。
- 灵活指示 RF 切换用于载波池管理：基站指示 UE 切换 RF 用于另外一个载波的测量，从而维护载波池中各载波的信道质量信息。
- 灵活指示协作 RF group：利用 UE 间的 RF 协作，形成多个收发天线、收发通道。

13.5、感知/AI 控制和执行分离

- 25 AI 控制单元（AI control unit）是一个或多个 RAN 或 UE 的 AI 管理和控制单元，是一个 AI 训练和计算中心，将收集到的数据作为训练的输入，并为通信或 AI 服务提供训练后的模型或参数，部署在 cNode 上。AI control unit 可以在不涉及感知操作的情况下执行，也可以感知辅助 AI，例如，AI control unit 可以将感知信息作为其 AI 训练输入数据集的一部分或全部，从而实现以感知为基底的 AI 框架。

- 30 AI 代理（AI agent），用于协助 AI control unit 的 AI 操作，AI 代理可以专注于 AI 模型执行和相关的传输功能，AI agent 部署在 sNode 上。

感知控制单元（sensing control unit），是一个或多个 RAN 或 UE 的感知管理和控制单元，是感知计算和处理中心，以收集到的传感数据作为输入，为通信或感知服务提供所需的测量信息。感知可以包括定位和其他感知功能，如物联网和环境感知特征等。

- 35 感知代理（sensing agent），可以执行感知操作，以提供感知和 AI 服务，例如，可以进行测量收集数据，可以提供感知信息作为其 AI 训练输入数据集的一部分或全部。

cNode 上的 AI 控制单元和感知控制单元实现了集中式 AI 和感知管理，解决了分布式 AI/感知架构中多代理中交互复杂、协调困难的问题。

14、6G 新增特性-计算服务。

14.1、驱动力

随着互联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等技术创新，各行各业对通信和计算提出了更为迫切的需求。通信网络作为连接用户和传输数据的管道，可感知计算、用于支撑多样性的分布式计算资源的高效使用，例如部署于通信网络内的边缘计算来降低端到端时延、提升业务体验等，已成为业界关注热点。多样性计算资源、通算融合（即通信和计算融合）等成为业界重要技术趋势。

6G 网络中，计算资源将遍布于包括中心云、边缘云、网络设备、甚至终端设备在内的各种基础设施。6G CaaS 是基于网络的各类分布式计算资源为用户按需提供内生计算服务，特别是对于计算资源或电量受限的终端、极致性能要求或高数据隐私要求的智能业务提供高性能的计算服务。6G 通信即服务（communication as a service, CaaS）将使能 6G 各类分布式计算资源按需“流动”，突破单点计算性能限制，提升计算类应用的综合效能。

要实现 6G CaaS，更好为用户提供普惠计算服务，6G 架构需要原生支持通算融合，实现对网络泛在计算资源的智能调度，并与连接资源深度协同，使能 6G 网络成为连接和计算的双基础设施。6G 网络的通算融合目标是在动态复杂无线环境下满足 AI QoS 的同时，实现网络资源、计算资源的最佳效率。目前，业界的通算融合，一般存在外挂计算资源、内生计算资源两种形式。其中，外挂计算资源，如边缘计算，网络节点的通信资源与计算节点的计算资源通过管理面功能实现联合优化。内生计算资源，是利用网络的内生计算资源，网络节点不仅具备控制与转发能力，还能兼顾计算能力。

通信与计算的深度融合是 6G 网络内生 AI 的重要技术特征。通过传统云 AI 提供的 AI 服务，其数据隐私需要更为有效的基础保障手段，分布式计算资源、AI 模型等也需要更高效的共享手段，从而支撑以相对较低的成本为用户提供所需的 AI 服务并保障服务质量。通过 6G 网络内生的 AI 能力，即通过网络 AI 提供 AI 服务（artificial-intelligence-as-a-service, AIaaS），有望解决上述挑战，并在极致性能、高安全隐私等业务场景下，成为云 AI 的有益补充。在网络 AI 场景中，如何基于通信和分布式计算资源的高效协同，为用户提供更低时延抖动、更高综合效率的计算服务和保障 AI QoS 服务是一个待解问题，而其中一个重要的技术挑战是通算融合问题，即通信与计算实现更深入、实时的协同，以在动态复杂无线网络环境下，保障未来新业务端到端的超低时延、高数据隐私和可持续性性能等要求。

14.2、计算面概述

图 130 为计算面的示意图，如图 130，计算面包括计算控制部分、计算执行部分和计算数据的传输部分（称为计算传输部分）。其中，计算控制部分包括计算执行控制和计算连接控制；计算执行部分是指节点（如 RAN 节点、UE 节点）的计算执行功能利用计算控制分配的計算资源去执行计算任务的过程；计算传输部分是指不同节点的计算执行功能之间利用计算连接交互计算数据，从而实现不同节点协作完成计算任务。

计算连接控制实时感知计算连接的状态，对计算连接进行连接资源控制、质量控制，并支持终端状态感知和移动性下的业务连续性保证；对传输计算数据所需的计算连接进行控制，如支持计算连接的建立、更改、迁移、重建、删除等过程，并支持连接资源的调配。

计算执行控制对节点计算执行功能使用的计算资源进行分配、控制执行的计算操作量、控制计算质量，并支持终端移动性。计算资源的控制实时感知计算资源的状态，控制计算

资源的调配，如计算资源的添加、修改、删除、释放等；计算质量的控制根据资源量、精度和时延需求，编排计算操作，配置计算过程相关参数（如计算精度、量化精度、稀疏化等）；计算执行控制还支持终端移动性、计算资源地址管理功能、计算服务的接入控制、终端计算资源的控制，以及多计算资源聚合时的计算资源管理控制。

5 按照计算控制功能所属技术域的不同，分为核心网域 xCN 计算控制、RAN 域计算控制。其中，RAN 域计算控制包括 TRC+功能实现计算无线承载、计算承载的管理与控制；计算资源控制（computing resource control, CRC）功能实现、计算原子任务的管理与控制，包括请求、建立、更新、删除等，算力资源的实时调度，并进行算力状态的实时感知并向 xCN 域计算执行控制功能上报整体算力信息，便于其维护全局算力地图信息。

10 一方面，在多节点协作完成计算任务的场景中，计算连接的质量和计算执行的质量将共同决定整个计算任务的完成质量，因此存在联合优化的可能；另一方面，计算连接与通信连接共享连接资源，将加剧连接资源状态的动态性，处于动态变化中的资源状态，会对计算质量产生实时的影响，需要联合考虑；再一方面，对于执行计算任务且处于移动状态的终端，其计算连接和计算执行的控制将同步执行，计算连接与计算资源的状态和质量目标均将影响其切换决策。由此可见，计算面的计算执行控制和计算连接控制存在融合的需求和可能，即“通算融合控制”。

通算融合支持通算相互感知、相互协同，实现计算资源和计算连接资源的合理分配。例如，通算融合控制可以通过计算资源的控制部分，实时感知用户移动性、用户动态环境变化导致的无线承载所需计算资源变化，从而实时调整计算资源；或通过计算连接的控制部分，实时感知计算资源状态，动态调整用户的连接带宽，从而持续地保证计算服务的 QoS。例如，cNode/sNode 上的通算融合控制功能可以完成终端与基站之间的计算连接管理，以及小区切换或添加辅小区时的计算接入控制。

14.3、关键技术

14.3.1、算力感知

25 算力感知，具体是指 6G 内生 AI 网络需要感知到算力资源信息，如算力类型、算力资源的数量、算力资源的使用状态等。通过算力感知从而实现对 GPU、CPU、现场可编程门阵列（field programmable gate array, FPGA）等异构物理资源的感知；其次，6G 内生 AI 网络需要感知不同的算法，例如人工智能（AI）、机器学习、神经网络等算法所需的算力类型及算力大小，从而实现计算资源的合理调度。

30 可选地，UE 需要向基站进行算力能力上报、算力状态上报。

• 能力上报

步骤 1：基站通过 SIB/TRC 等方式传输用于指示终端进行算力上报的模式/方式的信息，例如，上报类型、上报粒度和上报途径等。

35 1) 上报类型：CPU、GPU、NPU、FPGA 等；或者存储、内存、电量等，可避免算力能力不符合基站需求类型的终端上报终端算力，造成无效上报及带宽资源浪费；

2) 上报粒度：如 1/10/100 个 CPU 调度粒度，1/10/100 MB 存储、内存调度粒度、1%/5%/10%电量调度粒度，或上述各类资源调度粒度的组合等等，可避免算力能力小于基站调度粒度的终端上报终端算力，降低算力上报开销；

3) 上报途径：L1、L2、L3 信令；上报途径也可以是协议预定义的方式，如 L1、L2、

或 L3 信令中的 1 个或多个方式上报。

步骤 2: 终端基于上报模式/方式上报算力能力。终端使用 L1/L2/L3 信令按所配置的上报粒度、上报类型等上报算力能力。

- 1) 例如 L1 信令, 如随机接入前导码指示终端是否包括大于网络侧广播的上报类型、
5 上报粒度的算力资源 (网络侧广播随机接入前导码的分组, 使用组 0 的前导码的终端包括的算力能力小于网络侧广播的上报类型及上报粒度; 使用组 1 的前导码的终端包括的算力能力大于或等于网络侧广播的上报类型及上报粒度)。

2) 例如 L2 信令, 算力能力 TRS CE 中包括终端支持的最大算力资源组合数目;

- 3) 例如 L3 信令, UECapabilityInformation 信令包括: UE 逻辑、并行计算、神经网络
10 计算、专用计算能力等类型算力能力 UE 存储能力、电量能力信息, 计算能力的具体信息可以包括频率、核心数, 每秒支持的乘加计算次数、点乘次数、卷积次数、浮点计算次数、操作次数, 或支持的最大算力资源组合数目中的一项或多项。

• 算力状态上报

步骤 1: 基站通过 SIB/TRC 等方式传输用于指示终端算力上报的模式/方式的信息,

- 15 1) 资源组合的标识信息: 算力配置 ID、index 等;
2) 资源组合标识对应的资源类型: CPU、GPU、NPU、FPGA 等; 或者存储、内存、电量等; 或者资源组合对应的资源, 可以是上述类型中的一个或多个。
3) 资源组合标识对应的资源大小: 算力资源中包括算力类型调度粒度的数目, 如 1/10/100 个 CPU 调度粒度, 1/10/100 MB 存储、内存调度粒度、1%/5%/10%电量调度粒度;
20 4) 资源组合状态上报方式: 周期性算力上报 (配置定时器大小)、事件性上报 (配置算力、存储、或电量的阈值等)。
5) 上报途径: L1、L2、L3 信令; 上报途径也可以是协议预定义的方式, 如 L1、L2、或 L3 信令中的 1 个或多个方式上报。

步骤 2: 终端基于上报模式/方式上报算力能力。

- 25 当周期性/事件性触发终端使用 L1/L2/L3 信令上报算力资源组合对应的状态, 如 0/1, 0 表示空闲, 1 表示算力资源组合被占用。

例如 L2 信令的设计可以包括: short 算力 TRS CE, long 算力 TRS CE。Short TRS CE 包括上报算力的类型指示信息 (例如逻辑类型算力、并行计算类型算力、神经网络类型算力、存储能力、电量等等, 如 type0 表示逻辑类型算力, type1 表示图形处理器类型算力, type2 表示神经网络计算类型算力, type3 表示存储能力, type4 表示电量等等) 或包括算力资源组合的标识信息 (例如 type0 表示资源组合 0 对应的资源, 资源组合 0 可以是 CPU、GPU、NPU、FPGA、存储、内存、电量等类型中的一个或多个; type1 表示资源组合 1 对应的资源, 资源组合 1 可以是另一个算力资源的组合)。

35 可选的, 当周期性算力上报计时器超时情况发生, UE 通过 Long 算力 TRS CE 上报 UE 异构算力利用率情况; 当算力异构资源利用率超过事件性算力的阈值时, UE 通过 Short 算力 TRS CE 上报 UE 异构算力利用率情况 (或, 当异构算力资源利用率超过阈值时启动算力阈值定时器, 当算力阈值定时器超时之前, 异构算力资源利用率小于阈值时, 重启定时器; 当算力阈值定时器超时后, UE 通过 short 算力 TRS CE 上报 UE 算力利用率)。

图 131 为算力转态上报的一个示例。如图 131, short TRS CE 包括类型标识 Type ID

和算力利用率 (utilization ratio)，示例性地，算力利用率字段包括 5 比特；long TRS CE 包括 Type ID 和算力利用率，示例性地，算力利用率字段包括 8 比特。这里，算力利用率字段包括的比特数仅是作为举例，也可以为其它数量，这里不做具体限定。另外，type0~type7 的说明参见上文，不再赘述。

- 5 L1、L3 信令包括类似于 L2 信令中算力资源利用率或利用状态的指示信息。

资源利用率的指示信息中包括百分比利用率，百分比利用率的精度与指示域的占用的 bit 数相关，比如 2bit，00,01,10,11 分别可以表示 1~25%；26%~50%；51%~75%；76~100% 利用率。

- 10 算力发现，具体是指网络在运行过程中，6G 内生 AI 网络感知到新的算力资源，可以是新的具有算力资源节点发现，也可以是存在的节点的新的算力资源发现。

算力注册，具体是指在网络发现新的算力资源后，会与该算力资源的节点进行信息交互，并将新的算力资源接入到网络的过程。

14.3.2、通算融合（通信和计算融合）。

14.3.2.1、通算融合架构。

- 15 控制面支持计算执行与计算连接的相互感知、相互协同，实现实时准确的计算资源发现、灵活动态计算资源以及计算质量的调度，提供无处不在的计算。

计算和连接服务，实现计算资源、连接资源的合理分配。融合控制功能对架构存在如下影响：① RAN 侧的计算执行、计算连接融合控制机制；② CN 侧的计算执行、计算连接融合控制机制；③ 跨技术域（如 RAN 域、CN 域、管理域等）的计算执行、计算连接的协同机制。

通算融合控制存在如下所示的三种方式：

选项 1：计算连接控制与计算执行控制通过协调控制功能进行协调。这种方案的好处是允许通算协调控制功能覆盖范围内的大规模的计算连接控制功能和计算执行控制功能之间进行协调，部署方式更灵活，运营商可选择范围更大。

- 25 选项 2：计算连接控制与计算执行控制通过标准接口进行交互。通过标准接口进行交互的好处是允许异厂商连接，部署方式更灵活。

选项 3：计算连接控制与计算执行控制也可以通过内部接口进行交互或融合成一个控制功能，即融合控制功能。通过内部接口进行交互的好处是内部接口实现性能较好，便于依据资源特性设计专用控制流程，也便于统计资源状态。进一步的融合为一个控制功能，能同时决定连接（包括通信和计算连接）和计算执行的控制决策，资源控制的协同和实时性最佳。

上述多种方式中，选项 3 适用于网元实体化的 RAN 域的计算连接控制与计算执行控制协同。

14.3.2.2、通算实时协同。

- 35 步骤 1：cNode/sNode 生成多个算力实例配置信息，并传输给 UE。

算力实例 ID(可以是任务 ID 或其他形式，可以是计算管理功能 (computing management function, CMF) /TA 分配，也可能是 TS/融合调度 (converged scheduler, CS) 分配与算力大小、模型、拆分学习或推理切分点位置、联邦学习本地迭代次数等与计算量相关的配置一一对应。可选的，算力实例 ID，也可以是模型 ID、拆分学习或推理的拆分点 ID、联邦

学习迭代次数 ID 等等，这里不做限定。

1 个执行体（执行体 ID）可以包括多个算力实例，执行体的配置信息包括执行体 ID、执行体的算力配置信息，具体包括多项算力资源（例如，CPU 类型、存储、内存、电量信息）或算力容器（上述算力类型的组合）；执行体的算力资源大于等于执行体包括的多个

5 算力实例所需算力资源的最大值。

步骤 2：算力实例的动态调整。

调整信令，L1、L2、L3 包括算力实例 ID 指示信息。图 132 为实时调整模型分割点示意图。以图 132 为例，例如当终端在小区中心时，终端信道质量好，传输带宽大（实例 1 需要交互更多的特征信息），终端、基站都使用对应实例 1 配置的神经网络参数共同完成

10 拆分推理；当终端在小区边缘时，终端信道质量差，传输带宽小（实例 2 需要交互更少的特征信息），终端、基站可以都使用对应实例 2 配置的神经网络参数共同完成拆分推理；因此，当终端从小区中心移动到小区边缘时，网络侧可以指示实例 2 的 ID，用于终端、基站从实例 1 切换到实例 2。

14.3.3、高效计算会话

传统通信的用户面连接用户与数据网络，计算面的传输部分用于无线网络系统内的不同节点的

15 计算执行功能之间传输计算数据，即计算面的数据不传输到数据网络，因此，计算面传输机制的设计需要与传统通信用户面有所区分。计算面传输方式是承载层面引入新的承载方式，如空口部分的计算无线承载（computing radio bearer, CRB）、Xn 口部分的计算承载（computing bearer, CB），并在会话层面引入新的无线计算会话协议（radio computing

20 session protocol, RCSP），此时计算会话又可以称为 RCSP 会话。

RCSP 是一种无线网络内计算资源的高效数据通信协议，支持终端、基站或核心网功能的计算执行功能之间交互计算数据，从而支持不同节点间的计算协作，共同完成一个计算任务。计算任务的 QoS 由计算会话的 QoS 与计算执行的 QoS 共同确定。其中，计算执行的 QoS 受分配的

25 计算资源、计算量和计算流程影响，基本的指标包括计算耗时和计算精度。计算会话的端点位置由计算执行功能所在的节点位置确定。

图 133 为计算会话协议栈示意图。例如，如（a）所示，RCSP 会话包括 CRB，即终端与基站之间交互计算数据；如（b）所示，RCSP 也可以会话包括计算承载，即不同基站之间、基站与核心网之间或 DU 与 CU 之间交互计算数据；如（c）所示，RCSP 会话还可以包括 CRB 与计算承载，即终端与核心网之间交互计算数据。

30 RCSP 协议的主要字段如表 5 所示。

表 5

类型（Type）	会话标识（session ID）	等级（class）
源 RCSP 标识（source RCSP ID）		
目的 RCSP 标识（Destination RCSP ID）		
负荷数据（Payload Data）		

Type 字段：RCSP 类型字段，指示该 RCSP 数据包的类型，根据规定的取值不同，可以是 RCP 注册信令、会话请求信令或是用户数据等；

• Session ID 字段：RCSP 的会话标识字段，指示该 RCSP 数据包所在的会话，是 RCSP

会话的唯一标识, 不同的 RCSP 会话拥有不同的 Session ID 字段取值;

- Class 字段: RCSP 的等级字段, 指示该 RCSP 数据包的优先等级, 基站可以基于该字段来映射到无线承载的优先级, 算力可以基于该字段映射到计算资源的优先级;

- Source RCSP ID 字段: 源 RCSP 地址, 指示 RCSP 数据包的源地址, 可唯一标识 RCSP 的源; RCSP 通讯对端 (目标 RCSP 地址标识的端) 在回复收到的 RCSP 消息时, 将其中的源 RCSP 地址, 设置为回复消息的目标 RCSP 地址;

- Destination RCSP ID 字段: 目标 RCSP 地址, 指示 RCSP 数据包的目标地址, 可唯一标识 RCSP 的目标; RCSP 通讯源端 (源 RCSP 地址标识的端) 在发送 RCSP 消息时, 将 RCSP 消息需要发送的目标 RCSP 端的地址, 设置为此字段的值;

- Payload Data 字段: RCSP 协议的有效负载数据, 可以是 RCSP 信令, 或 RCSP 需要传送的业务数据。

14.3.4、移动性

- 移动性管理是无线网络的一项基本功能, 在本申请中, 通算融合的源基站 (source-sNode, S-sNode) 下切换请求的触发原因除了用户的信号质量, 还包括源基站计算资源的状态 (如计算资源是否足够继续支持用户当前计算任务)。通算融合的目标基站 (target-sNode, T-sNode) 在确定是否需要接受用户的切换请求时, 除了需要考虑目标站点通信资源情况, 还需要考虑计算资源情况以及源站上的计算执行情况、计算迁移开销 (包括通信开销、通信时延、QoS 保障等) 等。通过通信资源、计算资源的统筹考虑来保证计算服务质量不受移动性影响。此外, 传统的切换执行阶段中, 源基站与目标基站之间只需要考虑连接的切换; 通算融合的 S-sNode 与 T-sNode 之间除了需要考虑连接的切换, 还需要考虑计算的迁移情况。

图 134 为计算面移动性的示意图, 目的 sNode 决定源基站执行计算, 可以包括如下流程:

- 步骤 0: 源基站的计算实例执行计算, 计算无线承载用于 UE 与源 sNode 交互计算 I/O。
- 25 可选的, 终端向源基站传输计算切换的建议信息, 建议信息可以是根据终端的计算资源不够来确定, 也可以是终端根据信道状态信息来确定。

步骤 1: 切换准备中包括: 切换请求消息与切换请求确认消息。

- 源基站向目标基站发送切换请求消息, 切换请求消息中包括计算实例的执行信息, 如计算执行的小区 ID 信息, UE 的 ID 信息, 计算实例执行的进度信息 (百分比等), 计算实例的计算资源需求信息 (计算资源容器、CPU/存储/内存等), 计算 I/O 的通信需求, 计算实例使用的模型信息; 目标基站根据源基站发送的计算实例的执行信息与本站的计算资源、计算负载信息确定是否接纳切换请求
- 30

- 对应后续步骤 3a, 切换请求信息确认, 切换请求确认信息中包括终端连接相关配置信息 (如, 非竞争随机接入前导码、计算承载配置信息)。终端执行体 (算力实例的执行环境) 的配置信息, 如算力资源 (CPU 类型、存储、内存、电量信息) 或算力容器 (上述算力类型的组合); 执行体的算力资源大于等于执行体包括的多个算力实例所需算力资源的最大值。算力实例模型大小模型、拆分学习或推理的拆分点位置、联邦学习本地迭代此处等等计算量相关的参数。
- 35

对应步骤 3b: 切换请求确认信息中包括终端连接相关配置信息 (如, 非竞争随机接入

前导码、计算承载配置信息)、源站与目标站之间的连接相关配置信息(如,站间接口的计算面通道建立信息)。

步骤 2: TRC 重配与 TRC 重配完成。

步骤 3a) 目的基站通过空口的计算无线承载传输。

5 步骤 3b) 目的基站通过 X2/Xn 口的计算数据通道、空口的计算无线承载传输。

15、6G 新增特性-数据面

15.1、驱动力

数据服务是基于数据采集、预处理、分发、发布以及分析的框架,将数据作为一种服务产品提供。6G 时代对数据服务的需求将更加迫切,且与传统的单体数据服务架构不同,需要统一的数据服务架构来满足。对第三代合作伙伴计划(3rd generation partnership project, 3GPP)、欧洲电信标准协会(European telecommunications standards institute, ETSI)、国际电信联盟电信标准分局(ITU-T for ITU Telecommunication Standardization Sector, ITU-T)、开放接入网(open RAN, ORAN)等众多行业组织、高校实验室的数据服务进行分析,从数据源采集的数据类型,到服务的用例等多个维度考虑,现有数据服务及其架构面临的如下众多问题。

1) 可采集或收集的数据类型不完整。通信网络数据源的范围,覆盖从 UE 侧, RAN 侧, TN 侧, 到 CN 侧, 以及操作维护管理(operation administration and maintenance, OAM)的各功能节点。可采集或收集的数据包括从这些节点采集或收集的各种网络状态和行为等网络数据、用户的签约数据、AI 模型数据, 以及物联网(internet of things, IoT)数据等多种网络数据, 尤其是 RAN 和 CN 侧数据。并且, 随着 AI 与网络的深度融合、物联网的广泛发展, AI 模型数据和 IoT 数据也将是网络中流动的重要数据。但目前还没有一个架构是能够实现对所有这些数据的采集或收据。

2) 从可信数据服务的角度, 目前的数据服务架构只有基础的网络功能(network function, NF)间的认证功能, 而无法支撑提供对数据的接入控制、溯源、审计等可信服务, 尤其是满足(personal information protection law, PIPL)/(general data protection regulation, GDPR)等法律法规对数据的端到端(end to end, E2E)的可信服务要求。

3) 单域智能。由于现有的数据服务架构多是单体架构、集中式部署, 只针对特定类型的数据或网络域提供数据服务, 缺乏对对全域数据的感知和编排能力, 在面对新业务和新需求时, 无法实现敏捷响应以及灵活部署。

4) 共享能力有限。目前大部分的数据服务架构中, 数据的消费者多为网络内部的应用。而对于第三方, 由于缺乏溯源/审计等可信机制, 无法支撑为数据主体带来数据共享、交换、交易等服务。

5) 没有 E2E 数据管理。通信网络是一个端边管云协同的系统工程, 数据贯穿并在其中流动, 需要从数据采集、预处理、存储、分析到分发等进行一系列的处理。目前单体的数据服务架构, 缺乏全域数据感知和跨域协调能力, 从而不能从全局的角度对 E2E 的数据进行协同处理, 也不能从数据处理的动作流程进行全局协同。

6) 支撑的应用场景和用例有限。目前的数据服务架构基本只用于网络优化和客户体验提升等场景, 且需要预定义的方式来支持。

7) 不适合云原生和分布式系统 Kubernetes(简称为 K8S)的环境。伴随着云计算和容

器技术的快速和广泛发展，云原生和容器化等 IT 技术与通信网络深度融合；5G SBA 架构的引入，实现了安全的增强：1）SBI 口加密，NF 间的所有流量是加密；2）云 NF 实例化，不能锚点在一个 NF 上；3）K8S 的 NF 由多个 POD 组成，POD 间都可以加密；传统硬采集方式不适用，需要 built-in 的软采集。

5 从数据的价值发现、技术发展趋势等多方面分析，6G 时代对数据服务的需求将更加迫切，且与传统的单体数据服务架构不同，需要统一的数据服务架构来满足。

15.2、数据面概述

随着计算和存储成本的降低，以及大量低时延业务和局域应用的出现，计算和存储、以及依赖于两者的智能算法趋向于在靠近数据源的网络边缘部署，从而形成了以数据为中心的
10 网络架构。移动通信网络的基本功能也将开始从信息传递的管道向数据管控的平台转变。内生感知和智能作为 6G 网络的两大主要新增能力，前者通过传感设备感知网络自身状态、周围环境、以及用户/设备行为等产生的海量数据，后者使用人工智能（Artificial Intelligence, AI）、数字孪生等技术进行建模分析和自动决策，以提升网络运营效率、提升系统性能或为智能应用提供数据服务。

15 通过对众多的应用场景及需求分析，本申请将数据架构能提供的数据服务归纳为八大类：原始数据、数据预处理、数据存储、数据隐私和安全保护、数据共享/交易、数据溯源、数据分析以及数据字典。

表 6: 5G 和 6G 系统的数据面数据承载对比

	5G用户面数据承载	6G数据面数据承载
功能	PDU会话提供用户设备和网络之间端到端的用户面连接	由数据采集、预处理、转发、存储、分析等功能组成分布式数据管道
起始和终结点	UE和UPF	任何网元和终端设备
数据转发	转发设备仅转发数据包	需要实现随路计算：在数据管道中，数据在被转发的同时被转换和优化，以达到可以分析和应用的状态
转发原则	数据包基于目标地址进行转发	数据包基于数据服务和数据管道身份进行转发
拓扑结构	点到点连接	任意拓扑

如表 6，5G 通信网络是基于会话构建的，其用户面用于承载会话数据。由于无法满足
20 6G 数据承载所需要的“随路计算”和“任意拓扑”支持，用户面无法承载 6G 网络新的数据类型。5G 用户面的会话连接实现两个通信设备之间的信息交互，具体是由协议数据单元（protocol data unit, PDU）会话提供用户终端设备和网络之间端到端的用户面连接。而 6G 数据面传输则由数据采集、预处理、转发、存储和分析等功能组成。用户面传输是针对人与人、或人与机器之间的通信连接，而数据面处理的数据是由机器/算法生产和消费的。
25 5G 用户面会话只实现数据包传输，而 6G 数据面传输网络则需要实现随路计算，在数据管道（通信网络作为数据传输的“管道”）中，数据被转换和优化以达到数据分析和智能应用所需状态。在数据转发行为上，会话的数据包基于目标地址进行转发；而数据管道中，数据包则基于数据服务和数据管道标识进行转发。基于 5G 用户面会话的数据转发属于传输控制协议（transmission control protocol, TCP）/互连网（internet prototol, IP）层，而数据
30 面的数据转发则属于应用层。此外，基于会话的拓扑是点对点的连接，而 6G 数据面则需

要支持任意拓扑结构（如数据分发和数据聚合需要的树形结构）。如果沿用现有用户面承载所有 6G 网络数据，数据的起始和终结只能在 PDU 会话的两端，即 UE 或用户面功能（user plane functions, UPF），无法满足对感知数据、AI 数据、网络行为和状态数据的分布式管控。为系统性地应对数据服务挑战，解决现有移动网络用户面和数据驱动架构无法满足 6G 新业务、新数据需求的问题，根据 6G 移动通信网络数据和数据服务，为 6G 网络引入独立的数据面。数据面旨在构建统一可信的数据服务框架，在满足数据法规的监管要求的同时，提供可信的数据服务，实现跨域跨厂家的数据共享。

图 135 为 6G 移动通信网络数据面架构示意图。如图，数据面架构主要由四部分功能组成：数据编排器（data orchestrator, DO）和数据控制器（data controller, DC）、数据代理（data agent, DA）、可信锚点代理（trust anchor agent, TAA）和数据存储功能（data storage function, DSF）。DO 支持可编程数据管道并实现数据服务请求转换（根据数据服务请求实现数据管道的构建）。DA 可内置于网络功能或独立部署，执行数据管道中编排的数据采集、数据预处理、数据存储、数据分析、数据共享和其他数据服务。TAA 是在数据面架构中定义的专用于保障 6G 数据可信度的独立组件。数据在处理和使用过程中要满足 PIPL/GDPR 等法规的监管要求，如果遭受来自网络内部和外部实体的各种安全隐私攻击，会造成严重隐患。因此，TAA 在 6G 网络中起到保护数据机密性、完整性和可靠性的重要作用。DSF 在需要大规模数据存储或长期存储时充当 DA 的存储扩展组件。

根据任务的实时性需求和跨域情况，将数据编排器细分为两类：DO 和 DC。DO 负责粗粒度、非实时的数据编排，DC 则负责细粒度的实时的编排任务，DO 与 DC 二者协同实现了数据管道的弹性和可编程性。DO 主要具备以下功能：首先，DO 是接收数据服务请求的门户，并且将数据服务请求转化为对数据管道的组合请求。此外，DO 与其他网络服务展开协作，例如算力网络服务对算力进行编排，而 DO 对数据进行编排。基于数据服务请求和 DA 的服务能力，DO 实现了跨域的粗粒度的数据管道编排。同时，DO 内置了数据安全防护和隐私保护技术库（data protection technology repository, DPTR），包含差分隐私、同态加密、安全多方计算、零知识证明等技术，提供数据安全隐私保护能力，并按需将数据保护技术（data protection technology, DPT）赋能给 DA。相反，DC 实现了细粒度的 DA 编排，在本地域中依据 DA 的能力和 data 服务请求对数据管道进行组合，实现实时高效的服务管理。其次，DC 接收 DA 的能力报告并实现对 DA 的注册和撤销功能，通过监测 DA 的心跳实现对 DA 的实时监管。此外，DC 内置了可信锚点客户端（trust anchor client, TAC），向 TAA 发起认证、授权、访问控制等安全机制的请求，以及申请对数据访问的溯源和审计服务。DC 可部署在 RAN 侧和 CN 侧。

DA 可选地部署在每个 NF、RAN、TN 节点终端及 OAM 上，同时支持独立部署，通过建立动态的数据管道（pipeline），由一系列的数据处理单元按需按序组成，前一个单元的输出是下一个单元的输入。从而形成从数据采集、预处理、存储、到应用/分析、都可按需从 DA 输出的数据流，对外提供接口访问数据服务。

- 数据采集从数据源获取数据，支持订阅/通知的方式，也支持请求/响应的方式。数据获取请求中指示数据上报的触发方式、触发条件、上报的周期和数据量等一项或多项。支持对用户数据、网络数据、AI 数据和 IoT 数据的采集的一项或多项。支持流式数据采集和批数据采集，实时数据与非实时数据采集。

• 数据预处理指对采集到的原始数据所进行的诸如“清洗、填补、平滑、合并、规格化、和一致性检验”等一系列操作，旨在提高数据质量，为后期分析工作奠定基础。原始数据中，通常会存在脏数据，例如数据缺失、数据噪声、数据冗余、数据集不均衡等。

5 • 数据隐私保护对采集到的数据进行诸如 k-anonymity (k-匿名化), l-diversity (l-多样化), t-closeness 和 ϵ -differential privacy (差分隐私) 等技术对数据进行处理，使得恶意攻击者无法从经过脱敏处理的数据中直接获取敏感信息，从而实现对机密及隐私的防护。数据保护技术可以预装在 DA 中，也可以由 DO 按需推送，可对 DA 的每一层级的数据进行安全和隐私保护。

10 • 数据分析功能与 DA 松耦合，可按需与 DA 分开部署。支持各类数据分析技术，例如 AI/ML、Hive (一种数据仓库工具)、Spark (一种计算引擎) 等。数据分析功能通过应用程序编程接口 (application programming interface, API) 调用 DA 的数据采集、预处理、存储等各层级的数据服务。所需的 AI 模型可以预装或由 network service 推送，详见图 136，图 136 为 DA 控制器编排功能模块形成数据管道 (data pipeline) 的示意图。

15 TAA 是 6G 可信面在数据面的代理，包含认证、授权、访问控制、审计、溯源等可信功能，并且提供对于区块链等可信技术的支持接口，保护所有数据的机密性、完整性和可靠性。

20 DSF 负责数据的存储，包括 AI 模型数据、关键性能指标 (key performance indicator, KPI)、日志、告警等信息都可以存储到 DSF。DSF 支持结构化/非结构化/半结构数据的统一存储；支持各类文件的动态分类及多级存储，其使用如下不同的数据存储技术：DSF 的形态可以是集中数据库，也可以是分布式数据库，如分布式哈希表 (distributed Hash table, DH) T 或星际文件系统 (interplanetary file system, IPFS)。DSF 支持多种数据存储加密技术比如数据库外观加密、透明数据加密 (transparent data encryption, TDE)、透明文件加密 (transparent file encryption, TFE)、用户自定义函数 (uer define function, UDF) 加密、全磁盘加密 (full disk encryption, FDE) 等。

25 15.3、关键技术

15.3.1 数据承载

通过 DO 编排，数据的管理和处理采用管道形式。图 137 为数据管道的示意图，如图，数据在管道中流动，并在流经的节点间完成采集、传输、存储、预处理、处理、可视化以及计算等不同功能。数据可以终结在基站侧，或者核心网侧。

30 现有 UE 到基站之间的信令面承载和用户面承载不适合进行数据面数据传输，原因包括：

1) 信令面承载不适合大量数据采集上报的场景，因信令面承载具有最高调度优先级，会影响用户业务的正常进行与公平性。

35 2) 用户面承载对基站侧是透传的，基站不允许解析用户面承载的报文内容，否则违反用户隐私安全，用户面承载 DRB 与核心网的 PDU 会话有对应关系，通过 GTPU 隧道送往核心网，而数据面承载可以终结在基站侧，基站侧需要解析数据面的报文头，然后转到数据代理模块进行处理，后续报文的路由通过 DA 的算法处理，可以路由到其他基站或者核心网网元。

3) 数据面使用单独的承载类型进行处理，基站侧的调度优先级依次为信令面承载、用

户面承载、数据面承载，在不影响正常业务的条件下终端进行数据服务相关的处理。用户面承载 QoS 聚焦于时延、丢包率等，数据面对实时性要求相对不是很高，数据面承载 QoS 更关注数据的质量，例如数据完整性。

5 本申请对数据的处理提出了新的方式：数据承载。AI 技术的发展推动了对数据的分析和价值挖掘。现有云化 AI 架构，包括网络数据功能（network data analytics function, NWDAF），对数据的处理，都是先汇聚到云，再进行预处理、存储、分析等操作，最后把分析结果返回。而未来流量模型将发生变化，将有大量的流量将终结在网络边缘，现有的这种集中到云端的方式就不再适用。需要把在云端集中数据处理的方式打散到网络中，数据在节点转发的同时，还要进行预处理、甚至分析等处理，本文称之为数据承载，即数据流量边缘化驱动了数据处理也分布化，从而支持网络 AI、通感一体化等。

10 在空口新增数据面承载（data data radio bearer, DDRB），相比于用户面承载只有专有模式，DDRB 支持三种链路模式，如图 138，图 138 为数据面承载 DDRB 的三种链路模式。

- 专用模式：传统模式，与现有的 DRB 传输类似，支持双向传输；
- 15 • 组播模式：单向下行，一组 UE 可以收到相同的下行数据，节约下行空口资源，提高资源利用率；
- 汇聚模式：单向上行，一个或多个终端设备可以通过单向上行链路上报数据给基站，减少下行干扰，节省终端电量。

20 基站通过 SIB1 通知 UE 基站具备数据服务能力，UE 通过能力上报数据服务相关的能力，包括支持的数据压缩算法，隐私保护算法，数据分析能力等，满足前后向兼容性。当基站收到数据服务请求后，根据 UE 能力选择合适的 UE，建立数据面承载，开始数据传输。基站收到后，由基站侧的 DA 进行后续处理。

15.3.2、数据路由转发

25 传统面向会话的网络主要用来承载会话，即两个通信节点之间的信息交互，主要发生在人-人和人-机之间。会话的建立是以通信路径的建立为前提的，路径上的节点，只负责会话报文的转发，不对报文进行处理，具体是根据报文的目的地地址路由来进行转发。随着未来海量数据的产生和消费，越来越需要面向数据的网络，例如海量数据（如 AI 数据，感知数据）需要在经由网络收集、处理、传输、存储、分析等功能组成的数据管道承载，大量数据由机器/算法产生，也由机器/算法消费。数据管道的建立同样依赖于底层网络的通信路径建立，但数据管道上的每个节点需要对报文作相应处理（on-path-packet-processing），然后转发至下一个节点，具体是根据数据服务标识转发。面向会话路由/转发与面向数据的转发机制的区别如下：

其中，面向会话路由/转发方式：

- 用于路由的头部信息不变；
 - 35 • 报文的数据有效负荷不变；
 - 点对点通路；
- 面向数据的转发机制：
- 用于路由的头部信息不变；
 - 报文的数据有效负荷在变（数据随路处理）；

- 灵活拓扑。

根据数据报文和数据转发实体（例如，DA）有无状态，设计了三种可行的 6G 数据面数据转发技术方案，图 139 为数据面数据转发的三种模式的示意图。

5 方案 1：当 DA 有状态、报文无状态时：数据转发控制实体（DO）根据数据业务需求，按 DA 的功能编排组成数据管道及其拓扑，并将数据转发表项写入相应 DA 的数据转发表。DA 根据表项转发数据到下一跳，直至转发表项结束。同时 DA 统计转发的数据报文数和字节数，按需上报给 DO。数据服务执行结束后删除数据管道，DA 删除数据转发表项。

10 方案 2：当报文有状态、DA 无状态时：DO 根据业务需求，按 DA 的能力/功能编排组成数据管道及其拓扑，并将数据转发表项发送给入口 DA。入口 DA 将转发信息作为数据报文头部信息转发至下一跳。转发路径中的 DA 根据数据报文头部携带的转发信息进行转发，并删除涉及本 DA 的转发信息。出口 DA 将报文头部的地址/标识信息删除后递交给上层应用。DA 统计转发的数据报文数和字节数，并按需上报给 DO。边缘 DA 在数据服务结束后删除给定数据服务的数据转发表项。

15 方案 3：当报文和转发实体都是无状态时：DO 根据业务需求，按 DA 的能力/功能编排组成数据管道及其拓扑。DO 将数据服务对应的数据转发路径进行编码，并将编码发送给入口 DA。DA 通过解码操作计算出数据报文的下一跳，在完成数据处理后转发至下一节点。出口 DA 将报文递交给上层应用。DA 根据报文中携带的统计数据按需上报给 DO。边缘 DA 在数据服务结束后删除数据管道。

15.3.3、数据转发控制（data forwarding control protocol, DFCP）协议

20 DFCP 层协议用于终端和基站之间，基站和基站之间，基站和核心网之间，以及任意 DA 之间的数据面数据的控制 and 处理、传输。DFCP 层协议包括 DFCP 控制面（记作 DFCP-C）和 DFCP 用户面（记作 DFCP-U）两部分，具体协议栈部署参考本文 6.2.9 节的 DFCP 子层的详细说明。在空口侧，DFCP 层直接部署于 PDCP 层之上，通过数据服务标识映射到数据承载；地面接口侧，DFCP-C 部署于 SCTP 之上，而 DFCP-U 作为 UDP 的应用协议实现。其中，DFCP-C 控制消息如表 7 所示：

表 7

消息名称	消息模式	参数
功能配置	• Req/Resp 模式（即请求/响应模式） • Config 模式（无 resp）（即配置模式，无响应）	• 数据业务标识（data service identity, DS ID），DP ID • 配置类型（增加、修改、删除） • 配置功能（数据采集、预处理、存储、分析等）
转发信息		• DS ID, DP ID • 类型（增加、修改、删除） • 路由跳数 • 路由类型、每一跳下一个 DA ID 或多个 DA ID
DPT 更新		• 数据保护技术（data protection technology, DPT）类型 • DPT 二进制
统计上报	• Report 模式	• DS ID, DP ID • 传输的消息个数，字节数
DA 信息发布	• Req/Resp 模式	• DAID 与路由标识（比如 IP 地址）的映射

DFCP-U 用来传输数据面的业务数据,根据上述三种转发方案分别提供三种数据格式:
方案 1/2 对应的数据格式参见图 140,图 140 为数据面 DFCP-U 协议层格式的一个示例;
方案 3 对应的数据格式参见图 141,图 141 为数据面 DFCP-U 协议层格式的另一个示例。

5 图 140 和图 141 中涉及的字段及其含义如下:

D/C: data/control;

S: sequence number flag, 当该字段取值为 1 表示存在序列号;

预留 (reserved):

协议标识 (protocol ID): 取值可以为 0/1/2;

10 DSID: data service identity;

DP ID: data pipe identity。

其中,在图 140 和图 141 中,如果 protocol ID=0,报文中无路径转发信息,DO 将转发路由下发给 DA,如果 UE 未收到对应 DP 的路由转发信息,数据默认被发送到所连接的基站。如果 protocol ID=1 数据报文中携带路由转发信息。如果 protocol ID=2,采用余数定理,DAID 和 DPID 标识了下一跳地址。另外,route type = 0,表示下一跳只有一个节点;
15 route type = 1,表示下一跳有多个节点,即多播场景。

15.3.4、移动性

当 UE 在切换前后或者呼叫重建前后处于同一个基站内,UE 数据服务上下文信息无须进行传递,可保障数据服务的连续性;当 UE 在切换前后处于不同基站,源基站判断迁移个体 UE 的数据到目标基站能否满足整体要求,如果不能,则终止该 UE 的数据服务,
20 源基站判断是否需要选择新的 UE 继续数据服务。

一、在一种可能的情况下,UE 在基站内切换,即源站和目标站是同一个基站。

1、源基站在下发的切换命令中指示保留数据面承载;

2、UE 接入同一个基站下的目标小区,恢复数据面承载;

25 a) UE 在新的数据面承载继续数据传送。

二、在另一种可能的情况下,UE 在基站间切换,即源站和目标站不是同一个基站,在此情况下,可以有两个选项,如图 142,图 142 为数据面移动性的示意图。

• 选项 1: UE 终止本次数据服务。

1. 源基站(如 SRS-gNB)在下发的切换命令中指示不保留数据面承载;

30 2. UE 接入新基站(如 DST-gNB)下的小区,不建立数据面承载,该 UE 这次数据服务任务结束;

3. 源基站判断当前正在处理数据服务的 UE 数量是否满足要求,如果满足,不进行其他处理,否则选取新的 UE 执行数据服务。

• 选项 2: UE 继续本次数据数据。

35 1. 源基站在下发的切换命令中指示保留数据面承载;

2. UE 接入新的目标基站,恢复数据面承载;

3. UE 在新的数据面承载继续数据传送;

4. 目标基站将 UE 的信息(当前所驻留的基站)上报给 DC;

5. DC 将涉及到该 UE 的路由信息的所有 DA 下发信息更新下行路由。

16、6G 新增特性-智能协作服务

16.1、HiC 的定义和驱动力

本部分旨在详细介绍本申请提出的 Hic 的概念以及提出 Hic 的驱动力，以便于更好地理解 Hic。

5 ➤ 网元趋向于智能化

传统的运营商网络，其网络功能网元的设计是基于先验知识来实现的，一旦先验知识失效，网络提供的服务体验将难以让用户满意。面对未来的网络设计，先验知识的局限性主要体现在三个方面：

- 网络功能复杂化，基于先验的算法顾此失彼；
- 10 • 服务需求个性化，基于先验的参数配置将“千站一面”；
- 网络状态多变化，先验算法不能持续更新、及时调整。

为此，需要为网络中的各功能网元引入自主学习的能力，从大量数据和先验知识中学会应对更加复杂的场景，能够根据个性化数据做到因地制宜的参数配置，并具备持续学习的能力。通过网元智能化，对网络功能进行优化演进，突破先验知识的局限性，形成新的智能组网模式。

15 目前，3GPP R16 中引入了网络数据分析功能（network data analytics function, NWDAF）网元，NWDAF 可以为其他网元提供数据收集和分析服务，并会在后续标准中持续增强，以为第三方提供智能服务。但如果仅对 NWDAF 网元进行智能化，并不能满足于整体网络的智能化需求。在 R17 中，RAN 域也提出了要在基站上部署模型，模型的训练可以在基

20 站或者 OAM 进行。而在 CT 工业界，各种网元智能化应用的场景用例也都在研究之中。

网元智能化有一个共同的问题，即智能都是在单个网元内实现的。每个网元基于收集到的数据进行模型的训练，从而优化已有的功能和算法，彼此间形成了一个智能的孤岛。这将带来两个问题：

1、性能问题。单网元在数据、算力和算法上有着天然的局限性，即数据样本有限，不

25 足以覆盖全量的环境观测场景；算力和内存也很难支撑越来越庞大的模型计算要求；另外算法上往往也只能得到本地最优，无法做到全局优化。而单网元的局限性，限制了模型复杂度，模型复杂度决定了模型容量，导致在单网元上的各类 AI case 性能有限。针对该问题，本申请提出如下解决方案，一个方案是通过极大增强单网元的 AI 学习能力来提高性能，包括配置更大算力和内存的 AI 芯片，收集更多的数据，但是会带来硬件成本和时间

30 成本的增加；另一个方案是打通网元间的协作通道，通过协作来提升 AI 学习能力，包括扩充样本空间、部署更大模型，设计全局优化算法等。相对而言，后一个方案这是更加适合的方案，并且与前一个方案并不冲突。

2、效率问题。对于智能孤岛来说，每一个模型要从头设计，从零开始训练，缺少对历史和周边经验的学习；而网络内天然存在大量重复/相似的 AI 任务，通过协作进行知识的

35 迁移，能够提高 AI 学习效率。例如一个地区提前 beta 的 AIMU 模型，可以通过协作迁移到另一个地区使用。

➤ 多级智能协作的提出

为此，本申请提出，让网络内的智能流动起来，网络各层级的智能网元间，通过协作交互 AI 相关的信息，提升网络的智能水平，包括提升网络 AI 性能、模型精确度(model

accuracy)和全局最优化(global optimality),以及提升网络 AI 开发和训练效率、降低 AI 部署成本(deployment efficiency)等。因此,本申请将网络各层级网元间的协作称之为多级智能协作(heterarchical intelligent collaboration, HiC)。

已知传统无线网络以连接为中心,为终端提供连接通道,纵向上直通,功能明确,无纵向协作需求,只在横向上有小范围的协作,一般局限在邻站之间,如协同多点传输(coordinated multiple points, Comp)、切换等,这类协作范围小,交互数据量小。而 HiC 的协作场景会更加复杂和庞大。未来网络的协作会呈现以下三个关键特征:

- (1) 协作规模大: CN、RAN、UE 横纵向多级协作,并支持超大规模的协作实例。协作实例可以与网络拓扑无关,可能跨不同 RAN Cluster,不连续的多个空口覆盖区域等。
- (2) 协作流量大: 网络中存在千百万级的协作实例,协作的通信流量巨大,可能超过用户业务通信流量。需要进行管控以不影响到通信等网络服务。
- (3) 协作自由度大: 智能网元/终端具备自主发起、加入、退出协作实例的能力,能够识别以及选择最优的协作实例,能够进行知识/模型的发现/选择/迁移。

在 3GPP 现有的基于连接的协作机制下,在消息指令中添加部分 IE 或者增加部分消息,是无法实现 HiC 如此大规模、大流量、大自由度的协作场景的。因此,新建立一套 HiC 架构,能够高效的组织起智能网元间的协作,并且要保证协作的可管可控。

图 143 为 HiC 协作场景的示意图。如图 143,HiC 协作场景可以包括空口协作、Cluster 内内协作,例如 cluster1, cluster2 或 cluster 3 内部的协作,以及 Cluster 间的协作,例如, cluster1, cluster2 和 cluster3 之间的协作。

16.2、HiC 的关键技术

HiC 旨在为网络提供内生的智能协作架构,为各层级网元间的智能协作提供一个标准架构,包括协作的组织管理、协议接口和交互流程,目标是能够高效的组织起智能网元间的协作,并且要保证协作的可管可控。

为了实现该目标,首先需要考虑协作的组织问题,具体地,如何从海量智能网元/终端中挑选合适的协作对象,采用何种协作方式,交互什么协作信息以及什么时候协作。为此,需要在 HiC 架构中设计高效的协作机制;其次是协作的增益和效率,具体地,需要考虑如何确保海量协作实例有足够增益、提高协作效率以及降低协作开销。本申请针对该问题的解决思路是研究网络的特点,协作算法需要适配网络特征来进行优化;最后是协作的全局管控,具体地,需要考虑如何高效管控海量协作实例、控制全局协作资源和能耗开销,并确保不影响正常网络服务,对此,本申请考虑针对 HiC 架构进行逻辑功能设计以及部署设计,从功能流程上确保对协作实例的可控可管。

下面从上述的智能协作的高效组织、智能协作的可管可控以及智能协作的增益和效率优先三个方面作详细阐述。

16.2.1、智能协作的高效组织

网元间的一次协作,需要选择协作对象(who)、明确智能的表征(what)和协作的方式(how),在合适的时机(when)去执行。为此,可以将协作的组织问题,拆解成如何确定 3WH 这四个元信息的问题;每一个元信息的确定,都需要一系列指令去收集信息和下发配置。

本申请实施例围绕 3WH 四元组进行设计,形成一套 HiC 指令集;通过 HiC 指令集

来组合出需要的协作模式 (pattern)，组织协作流程。图 144 为 Hic 的高效组织的示意图。如图，Hic 控制信令包括选择协作对象的流程指令、传输智能的表征信息需要的流程指令、确定协作的方式需要的流程指令以及选择协作时机的流程指令，这些流程信令简称为选择 who、传输 what、确定 how 和判断 when 的流程信令。

5 3WH 指令集的具体设计参见：

- 选择协作对象 (Who to collaborate)

协作集是一次协作的基础，HiC 架构内的协作包含两个矢量方向：

(1) 空间矢量：大量网元各自具备 AI 功能、运行 AI 任务，彼此间协作学习，例如联邦学习、多任务学习等；

10 (2) 时间矢量：网络内不断添加新的 AI 任务，与历史任务协作学习；例如迁移学习、终身学习等。

网络选择协作对象需要具备各网元/终端在两个矢量方向上的 AI 协作能力，如历史和当前的 AI 任务描述、模型信息、数据特征 (数据面接口)，是否支持模型聚合/训练等。选择协作对应需要的流程指令可以分为以下三类：(1) 网元/终端上报自身的 AI 协作能力的系列指令；(2) 主动查询网元/终端的 AI 协作能力系列指令；(3) 向网元/终端下发协作请求和配置的系列指令。这些指令，构成了确定协作集 WHO 需要的指令集。

15 • 协作的智能表征 (What to collaborate)

网元间的智能协助，目的是为了提升各自的 AI 性能和效率，传递的内容称之为智能表征，定义为 AI 过程中使用/提取出的信息，能够作用于其他 AI 过程以提高性能和效率。

20 智能表征的种类有很多，最基本的就是原始数据，如 NWDAF 可以收集其他网元上的数据信息来提供智能的数据分析服务。对于基于数据的机器学习算法来说，数据就是智能的来源，数据中包含的是全量的原始信息，通过数据协作可以增加数据样本空间或者特征维度空间，从而提高模型精度。

HiC 的智能表征，可以包括但不限于为如下几类：

25 (1) 模型/梯度

模型/梯度是 ML 的中间或者最终产出，是对数据样本中包含的统计知识的学习和抽取，可以认为是对学习到的智能的完整表达，能够有效应用到同类任务上。

在联邦学习中，协作节点之间传输的就是关于模型权重的梯度信息，通过节点间的交互并聚合，可以快速整合所有节点的学习状态，从而加速收敛速率，提升模型精度。而在迁移学习中，节点之间交互的是本节点上的成熟模型，接收节点则基于该模型进行适当的调增，来快速适配到新任务上，避免了重头训练，提高了模型的训练效率。

30 协作交互模型/梯度时，传输开销要根据模型的规模和交互的频次而定。

(2) STAR

35 强化学习 (reinforcement learning, RL) 作为一类非常重要的学习方式，其与环境交互信息也是非常重要的一类智能表征。S 代表智能网元对于环境的观测状态，T 表示的是环境状态的转移，A 是网元采取的动作，R 是环境给予的反馈。

网元间通过交互 STAR，可以从局部观测扩展到全局观测，取得全局最优化性能。特别是对于网元间的决策相互影响的场景，例如基站的干扰抑制场景，交互 STAR 可以有效提升全局的性能。

(3) 知识抽取

知识抽取是指对学习到的知识进行抽取得到的进一步抽象的表征形式，比交互数据/模型等原始输入输出的维度小，通信效率更高。

(4) 相关度

- 5
- 相关度是用于描述任务间的相关程度，一般作为约束项添加到损失（loss）函数中，从而帮助不同 AI 任务间借鉴学习。任务间的相关性需要针对任务的特点进行设计。

各智能表征的描述以及优点如表 8 所示：

表 8

表征	描述	优点
模型/梯度	学习的中间或者最终产出	是对学习到的智能的完整表达，能够有效应用到同类任务上
STAR	RL 与环境交互的信息	携带全量信息，从局部观测扩展到全局观测，取得全局最优化性能
知识抽取	对学习到的知识进行抽取得到的进一步抽象的表征	比数据/模型等原始输入输出的维度小，通信效率高
相关度	描述任务间的相关程度，一般作为约束项添加到损失函数中	不要求任务完全相同，差异化任务间互相学习

表征的传输格式需要标准化，以便于在设备间协同。

- 10
- 协作方式（How to collaborate）

在协作方式部分，需要考虑：智能网元间协作是否需要集中服务器、多少 epoch 交互一次以及网元间是否要同步等，可以如表 9 中所示。

表 9

协作方式	描述	详细	备注
协作拓扑	协作对象间的几何拓扑结构	P2P（即点对点）； 中心化的（centralized, 例如 tree, star 等）； 去中心化的（de-centralized）	不同的拓扑结构，衍生出不同的逻辑功能和交互关系
交互周期	协作是单频次的还是周期性的	0: 单频次 [value]: 交互周期	周期可以是时间表示，也可以是次数表示
同步机制	描述多对象协作场景下，需要收取多个智能表征时的同步机制	同步，异步，混合	同步机制下需要设计触发重传机制，混合机制下需要配置超时定时器

- 协作时机（When to collaborate）

- 15
- 协作会带来大量的通信和处理开销，需要权衡协作的必要性、紧迫性以及网络当前的业务负载状态等，一般地，协作以不影响会话业务为前提。例如，对于多网元共同参与的协作，存在某些网元终端或临时加入协作的场景，需要考虑会话业务是否会受到协作的影响。

为了更好的评估协作对业务的影响，需要设计完善的监控机制，统计新的关键性能指示（key performance indicator, KPI），例如协作开销占比、算力超负荷下的协作占比以及带宽拥塞的协作占比等。

本申请提供的 Hic KPI 及其描述和作用可以如表 10 中所示。

5

表 10

HiC KPI	描述	作用
协作流量入口占比	网元入口的 AI 协作流量/网元入口的总流量	衡量网元获取的协作量，如果过量获取可能成为瓶颈
协作流量出口占比	网元出口的 AI 协作流量/网元出口的总流量	衡量网元输出的协作量，如果过量输出可能导致协作流量风暴
协作计算占比	网元处理协作信息消耗的算力/网元消耗总算力	衡量协作信息对于网元算力的消耗，作为评估协作增益的一个维度
会话拥塞下的协作占比	网元传输 AI 协作信息时长/网元会话数据拥塞时长	衡量网元传输会话过程中协作信息传输占用的比例

不同的协作算法需要的协作信息和协作流程都不相同，对应的 3WH 指令集也各不相同。为此，可以将 3WH 指令集的标准化通过如下几步去实现：首先，是先标准化一些典型的协作学习 pattern 作为范式，解决大部分协作场景。标准化协作范式对应的 3WH 指令集固化在网络标准中，供各网元调用；其次，在典型算法上进行变种，可通过范式加修改部分指令集参数的方式得到，从而扩充协作的模式。最后，可以对外例如，对 OAM 或 OAM/应用功能（application function, AF）提供开放接口，支持定制化的协作 pattern。

10

16.2.2、智能协作的可管可控

• 逻辑功能架构

图 145 为 Hic 逻辑功能架构示意图。如图 145，新增协作控制器和协作智能体两个逻辑功能，分别称为 Hic Controller 和 Hic Agent，下文简称为 HicC 和 HicA。其中，HicC 对协作实例进行生命周期管理，协作 pattern 的配置和协作流程的实时优化；HicA 是协作的执行主体。

15

Hic Controller: 协作控制器，包括协作 Agent 的注册和管理，接收协作请求，创建协作实例，配置协作 pattern，以及协作 QoS 的管理和协作过程中的优化。

20

1) 协作实例管理: 网络内的一次具体协作事件, 定义为协作实例, 需要注册到 HicC, 由 HicC 创建 HicId;

2) 协作 pattern 配置: HicC 的核心功能之一, 通过确定协作 patten 来组织起协作集以及协作流程和参数(3WH), 并将协作 patten 通过 3WH 指令集配置到各个 HicA;

3) 实时优化器: 应对网络的动态变化性, 通过监控协作性能来实时决策优化配置, 包括模型传输的量化 bit, Dropout 描述符的配置, HicA 的重要性采样权重的配置等。

25

Hic Agent: 协作智能体, 执行具体的协作流程, 包括协作信息的处理, 本地模型/优化器管理, AI/ML 的训练和推理等。

• 部署架构

Hic 部署架构参见图 146。如图 146，协作控制器采用分层部署，本地控制作用于一个簇（即 cluster）内，全局控制使能 cluster 间大规模协作；Cluster 的覆盖范围可以设置，例如 100 个基站的覆盖范围。可选地，HicC 可以是新增的一个设备/网元，也可以是与现有设备/网元合设，例如本地 HicC 部署在基站上，全局 HicC 部署在核心网，不作限制。

- 5 从本申请提供的基站包括 cNode 和 sNode 的角度考虑，在本申请提供的 RAN 架构基础上的 Hic 部署框架如图 147 所示。其中，HicC 部署在 NAF 和 cNode 上，cNode 上的 HicC 作为 local 控制器，用于管控 cNode 覆盖范围内的 sNode 间以及 UE 间的智能协作；如果要进行 cNode 间的协作，则通过 NAF 全局控制器来协调。

16.2.3、智能协作的增益和效率优化

- 10 网元间进行智能协作，需要考虑无线网络本身的特点，进行协作流程上的优化，来进一步保证协作的增益和效率。无线网络呈现出如下特点：

（1）超异构。无线网络中存在多层级的网元和终端，属于不同的设备商，具备不同的功能和能力配置，因此存在着算力的异构、模型算法的异构还有数据的异构。

- 15 （2）超动态。传统无线网络是以移动终端的连接为核心业务的，根据终端的移动状态，基站的忙闲负载也在不断变化；同时终端还存在移动、切换、dropout、空闲态（idle）/激活态（active）等变化，导致协作集存在非常大的不稳定性。

（3）超离散。无线网络中的各层级网元和终端在物理具体上呈离散分布，彼此间的传输链路冗长，或者是传输带宽受限。

- 20 （4）超大规模。无线网络要实现百万级基站、亿级别终端间的大规模协作，如何保证协作的收敛性和协作目标的可达性；另外，随着节点数的增加，全局优化的复杂度也在高速增长，如何进行合理的降维、合理的协作集划分都是非常具有挑战性的问题。

这些网络特点需要我们对于网络内的协作进行更加完善的机制设计，并能实时的根据协作状态的变化来动态的进行优化和调整，及时更新协作 pattern 的配置，才能保证协作增益和效率。下面给出几种用于提升协作性能和效率算法和方案的示例。

- 25 • Dropout 描述符

Dropout 描述符是一种高效降低模型传输开销的方式，具体是指，不需要传输全量模型，而是丢弃掉一部分模型参数，从而减少传输量。通过合理选择 dropout 的部分，可以在几乎不损失精确度的情况下，大幅减少传输量。

- 30 由于传输的是完整模型的一部分，需要使用 Dropout 描述符来明确参数映射关系，指示当前参数在完整模型中的位置。同时，随着网络环境动态变化以及训练过程的推进，Dropout 描述符也需要随之动态配置。图 148 为 dropout 描述符的示意图。图 148 中示出了正常的模型参数和 dropout 的模型参数，以及这些模型参数在完整模型中的位置。

- 35 以联邦学习为例，在联邦学习过程中，client 可以将部分模型参数 freeze 起来不更新，因此也不需要进行本地的梯度计算和上报，被 dropout 掉，从而减少上行传输开销以及本地计算开销

模式一：网络下发 dropout 描述符。

图 149 为网络下发 dropout 描述符的一个示意图。

步骤 1：网络根据各 UE 上报的梯度、聚合后梯度、UE 链路的状态，例如，探测参考信号（sounding reference signal, SRS）参考信号接收功率（reference signal receiving power,

RSRP)、CSI 状态(CSI state),以及UE上报的算力等中的一项或多项,为各UE配置 dropout 描述符;

1) 随路下发: 跟随本次要下发的全局模型(global model)一起,为每一个参数增加一个单比特(单 bit)的描述符(例如,1表示 freeze,0表示激活);

5 2) 单独下发: 单独生成 dropout 描述符(01 矩阵),维度和模型参数一致;

3) Dropout 描述符持续生效直到下发新的描述符。停止 freeze 可以下发全零描述符,或者简化为一条停止信令。

步骤 2: UE 根据网络配置的 dropout 描述符进行本地训练和梯度的更新。其中,freeze 参数的梯度不需要计算更新,可以减少本地计算量;

10 步骤 3: UE 只上传本轮更新的激活参数梯度。由于网络侧有 dropout 描述符的配置信息,所以 UE 可以直接发送激活参数,网络侧自己进行映射;

模式二: UE 自行决定 dropout 描述符。

图 150 为 UE 上报 dropout 描述符的一个示意图。

15 步骤 1: UE 收到全局模型(global model)后,再根据上一轮梯度、链路状态(例如 CSI)以及当前算力,自行决策本轮训练需要 freeze 的参数,生成 dropout 描述符;

步骤 2: UE 进行模型训练,计算激活参数的梯度;

步骤 3: UE 只上传本轮更新的激活参数梯度;同时上传 dropout 描述符,持续生效直到上传新的描述符。

20 联邦学习过程中,server 下发的 global model 不需要每次都下发全量,几乎没有变化的参数则不需要下发,参见图 151,图 151 为下行传输描述符的示意图。

步骤 1: 网络得到聚合后的全局梯度,对于梯度变化量小于阈值(静态配置)的,进行 dropout 处理,生成 dropout 描述符;

步骤 2: 网络下发 global model 的激活参数,同时下发 dropout 描述符;其中,dropout 描述符单次生效,只针对本次下发的模型;

25 步骤 3: UE 根据历史模型、网络下发的新模型和 dropout 描述符,得到本次训练的模型。

30 在上述的方案中使用的是参数级 dropout 描述符,与模型的维度是相同级别的,对于大模型来说,即使是采用单 bit 表示还是要占用大量传输带宽;一种优化方案是将 dropout 描述符简化为层级,即每次 freeze 的是模型的某一层或多层,对此,本申请也存在三种方式如下面的选项 1~选项 3。

选项 1: 跟随下发的更新模型一起,为模型的每一层增加一个单 bit 参数,用于描述该层是冻结还是激活(例如 1 表示 freeze,0 表示激活);

选项 2: 单独生成 dropout 描述符(01 串),维度是模型的层数;

选项 3: 单独生成 dropout 描述符,包括标识位(1bit)+层序号:

35 1) 标识为 1,表示当前描述的是冻结层,后续跟上冻结层序号;适用于冻结层数比较少场景;

2) 标识为 0,表示当前描述的是激活层,后续跟上激活层序号;适用于激活层数比较少场景。

表 11 为选项 2 的格式示例:

表 11

	Layer 1	Layer2	Layer3	Layer4	Layer5
描述符	1	1	0	0	0

表 12 为选项 3 介绍的描述符格式的一个示例，即单独标识冻结层：

表 12

	标识	Layer 0	Layer 1
描述符	1（freeze）	1	2

表 13 为选项 3 介绍的描述符格式的另一个示例，即单独标识激活层：

表 13

	标识	Layer 0	Layer 1	Layer 1
描述符	0（active）	3	4	5

• 数据特征测量

对于基于大数据的 AI 算法而言，数据是智能的核心。在进行智能协作之前，对齐各节点上的数据特征信息是非常有必要的。如果协作节点间的数据特征不符合要求，会严重影响协作的性能。

无线网络中，通过各种参考信号对连接进行测量，以决策资源分配方案，例如：

CSI 测量：基站下发 CSI-RS，进行下行信道测量，由终端反馈信道质量；

SRS 测量：终端发送 SRS-RS，进行上行信道测量。

同理，在无线网络中各网元（包括终端）在协作之前，也要利用参考模型，先对数据特征进行测量，从而收集数据特征和各节点的算力信息，以决策协作集生成方案，提高协作效率。

在网元进行具体的 AI 训练之前，增加一个训练准备阶段，进行数据特征的测量和协作能力的对齐。在该准备阶段：

步骤 1：需要进行模型协作训练的网元，先发送一条数据特征测量消息给可能的数据供给网元，来进行数据特征的测量。特征测量消息中需要包含几个关键要素，分别是：

事件：用于描述本次协作训练的业务类型；不同事件下对应的数据集不同，因此协作需求网元需要在测量消息中明确是对哪一个事件进行的测量。事件是提前定义的标准化类型，例如负载均衡（load balance, LB），节能（energy saving, ES）等；也可以是一种数据集的描述方式；

参考模型（reference model）：是为事件定制的基准测量模型，用于测量该事件对应的数据集的特征。数据特征是用来描述这一组数据的分布情况，例如具有独立同分布的数据样本在进行横向联邦时可以加速收敛。参考模型不是最后应用的模型，其目的在能够衡量出数据特征，因此其在设计上需要具备两个特点，分别是小型和泛化。其中，小型能够通过最小的计算和通信开销来获取数据特征；泛化指的是其提取的是这一数据集的基础的数据特征，能够应用于各类具体的 AI 模型的训练中。

可选地，各事件对应的参考模型可以提前确定，则特征测量消息中的参考模型可以缺省；

测量参数：指的是本次测量的一些参数，例如训练的 epoch 数；各事件对应的测量参

数有缺省值，如果需要指定则通过该参数指定。

步骤 2: 数据供给网元在接收到特征测量消息后，使用参考模型对本地数据集进行训练，提取数据特征；一种典型的数据特征描述方式是训练中的模型梯度信息。

同时，在测量数据特征时，可以同时算力进行测量，由于使用相同基准，避免了异构设备评估差异；在训练结束后，将数据特征和算力反馈给协作需求网元。

步骤 3: 协作需求网元收集到全部的数据特征报告后，计算数据特征之间的相关性，从而挑选合适的协作集。一种相关性的衡量方式如 $G = \sum_{j=1}^N \|\nabla_j\|^2 / \|\sum_{j=1}^N \nabla_j\|^2$ ，值越大表示特征差异大，可用于如联邦学习中提前去除数据异构性较大的节点。

图 152 为数据特征测量过程示意图。如图 152，协作需求网元由协作触发，向数据供给网元发送数据特征测量消息（即上述的特征测量消息），数据供给网元获取数据特征，并通过数据特征测量报告提供给协作需求网元。示例性地，协作需求网元可以是 RAN/CN 网元，数据供给网元可以是终端。由于数据特征是缓变过程，周期性测量的间隔设置可以拉长；同时辅以非周期测量，由事件触发等。

17、6G 新增特性-可信服务。

17.1、可信概念

本申请实施例中广义的可信能力，是指满足端到端网络（例如 6G 网络）和应用的、需同时具备的信息和网络空间安全（security）、隐私保护、韧性（resilience）、物理安全（safety）、可靠性和可用性的能力。这六项能力由通信系统所涉及到的所有技术能力互补协作完成。广义的 6G 可信体系是 6G 系统应达到的最高能力目标。

狭义的可信能力，是指满足端到端网络（例如 6G 网络）和应用的、信息和网络空间安全(security)、隐私保护以及安全韧性(risk oriented resilience) 的能力。狭义 6G 可信能力定位于由信息安全、空间安全技术簇所能完成的技术能力，是广义 6G 可信能力的实现技术类别中的一类。

本申请中所提到的可信能力指狭义的可信能力。

17.2、关键技术

17.2.1、多模态信任（multi-mode trust model）。

通信网络为用户提供的服务能力，与用户对通信网需要的服务能力之间处于变化的满足、不满足的状态，即动态的供销关系。各代际的这一供销关系与商业模式互相影响，待稳定下来之后表现为通信网技术、部署模式、其上的应用，以及计费模式的变化。更进一步地，通信网络的信任模式是其商业模式在可信技术能力上的映射。不同阶段商业模式下的通信网必导致信任模式的变迁，并且影响已有信任模式的演进。

mode1: Consensus（共识模式）。多方共识信息、操作或事件的模式。在电信网中指基于一定预设信任基础之上的多方共识。多方共识模式在技术上体现为 6G 区块链。解决的问题：1）多地域信息采集点实时上报信息、多地域信息请求点实时查询信息的分布式防篡改存储和访问，如自动驾驶场景下车辆防撞实时信息上报和查询。2）6G 网络控制信令的不可篡改备份，可用于基于全网的控制流态势分析，如安全态势分析、网络异常排查等。3）3GPP 和非 3GPP 接入用户接入 6G，要求在不改变初始身份生成和管理模式的前提下，实现随时随地的接入认证和授权，对分布式的可信架构提出需求，如统一身份管理。

mode2: Bridge（桥模式）。基于中心化授权，由运营商（尤其归属网运营商）提供对

接入网络的用户的认证和授权，即通信方之间的信任关系由运营商以中心模式进行桥接传递。桥模式是电信网一直采用的信任模式，在技术上表现为归属网运营商对用户的认证和授权。保证高质量的互联互通是移动网络最基础的要求，需要有一个统一的服务方，该模式可基于全网质量情况进行及时的网络配置、维护和管理。集中化的认证与授权流程是经典的

5 用户接入管理模式，便于实施统一的安全策略、用户识别和管理。

mode3: Endorsement（背书模式）。基于第三方测/评/验等方式得出的结论，一方对另一方建立信任或不信任关系的模式。背书模式在 6G 阶段体现为基于信任根的 NF 或 NE 之间的远程可信度量。其中背书第三方为信任根和基于信任根的可信计算技术架构。解决的问题：由于通信网具有全球互联互通的特点，在极端情况下，一段信息可以从起始端点

10 流动到全球网络的任何另一个端点，互通网络中任何一处的关键安全缺陷都存在导致更大攻击的可能性，造成网络可信性不完备，最严重情况下导致网络不可用。在 5G 及以前的代际中，第三方模式表现为离线工作方式，包括文件审核、功能完备性检查以及渗透测试等，从检测角度已经覆盖了安全性检查要求。但从运营方角度，缺乏及时性、动态性检测报告交付；从待检测对象角度，缺乏对对象本体的可信度量。

15 上述三种模式的关系如下：

- Consensus、Bridge 和 Endorsement 模式相互关联，共同组成 6G 信任模型，为模型在不同业务态下的不同模态。

- 三种模式在技术表达上共用同一套可信架构、技术能力，包括功能、协议和策略。

- Consensus 模式可为 Bridge 模式、Endorsement 模式提供生态多方共识后的策略，如

20 向设备更新/写入功能和参数、对网络升级配置，以及新建/调整面向用户/业务的逻辑网络的拓扑结构；Consensus 模式可为 Bridge 模式提供近用户端的快速认证、用户凭据查询等适合于分布式场景的可信服务；Consensus 模式可为 Endorsement 模式提供防篡改的真实数据存储等能力服务于分散但统一检测标准的检测机构执行监测评估。

- Bridge 模式是 Consensus 模式在建立共识技术能力时不可或缺的环节，如经过权威

25 审核或授权的信息才能够被各共识方接纳为待共识信息；Bridge 模式是 Endorsement 模式存在的前提，即 Bridge 模式对第三方检测度量提供对象素材，并形成对第三方的工作要求。

- Endorsement 模式是 Bridge 模式、Consensus 模式成立的前提，即第三方模式下检测

30 度量不通过的功能，将不得成为通信网基础设施的一部分，不能完成 Bridge 模式下的可靠可信链接、Consensus 模式下的可信共识。

17.2.2、Equilibrium Trust（均衡可信）

5G 以及以前代际的通信网的安全域设计中，一直存在一个安全域：安全可视和可配置（visibility and configurability of security（VI））：the set of features that enable the user to be informed whether a security feature is in operation or not.），向用户提供“被通知”的能力。

35 通信网中心化的架构在运营方和使用方之间确立了主导方、被动方的网络消息流动模式。其中，控制面的安全相关消息由网络侧发起，比如接入网鉴权、安全上下文携带转移等；安全能力完全由网络侧来定义和决策，比如加密算法优先级、鉴权时机和会话密钥更新周期等。在网络逻辑复杂度不高、安全能力定制化不多的情况下，这种纯粹由网络侧主导的方式执行起来快速有效，但在逻辑复杂度高、终端和网络设备形态多的情况下，这一

纯粹的主导+被动的模式将对网络侧决策的正确度、精准度和速度造成压力，并且无法匹配用户侧长久以来希望参与定制满足自身安全需求的目标。

图 153 为从核心网中心控制转变为多方均衡可信的示意图。如图，在终端侧、接入网、核心网和应用方之间民主协商可信能力，并参考/或不参考网络智能化的集中策略推荐，均衡获得最优结论。其中，代表用户的终端侧将具有更高的决策权。提升用户侧在可信能力定制化方面的话语权、提升接入网络在可信能力执行时的建议权和执行能力、降低核心网对通信两端用户可信关系建立的决策权，使得 6G 用户对自己需要的可信能力做出主动需求、主动选择和决策成为可能；使得接入网可以近用户端提供特色可信服务、降低安全上下文传输和请求决策周期成为可能。

- 10 未达成对可信实现手段的共识从而建立通信方之间的可信连接，各方必须预先具有相同的可信能力单元，且这些单元对外具有相同的访问接口、内部具有相同的完备功能集合（是否开启可另行考虑），这样才能保证在能力对等的前提下，通信方之间进行可信能力的公平对话。可信能力单元外部界面必须极简、内部功能必须完备且具有可生长属性。

- 终端侧

- 15 - 具有主动触发可信协商的能力；具备在一定情况下决策可信协商结论的能力。
- 具有完整的可信功能，包括信息和空间安全、隐私保护和韧性这三个特征中适用于终端的所有功能。可信功能满足具体细粒度功能定义中的所有属性。
- 用户与代表用户的终端设备/虚拟功能间建立强绑定关系。在同一物理用户主体在采用不同逻辑用户主体时，该绑定关系不同且授权隔离/访问。
- 20 - 终端自身需满足高风险假设情况下的可信性，包括硬件、软件可信，确保设备特定信息的存储、计算、访问的可信。

- 接入网

- 具有参与可信协商的能力。对于近用户端个性化的可信上下文，具有较核心网更高的协商决策权，并可以选择采纳或不采纳核心网推荐的策略，如独立特殊事件的接入认证、本地机密性和完整性保护策略、基于隐私保护的信息处理等；对于基础性、请求集中决策的安全策略，应遵从核心网下发的统一策略，如新用户初始注册、全网协同防御等。
- 25 - 具有完整的可信能力，包括信息和空间安全、隐私保护和韧性这三个特征中适用于接入网的所有功能。可信功能满足具体细粒度功能定义中的所有属性。
- 接入网所有设备需满足在“无人值守”假设前提下的自身可信性，包括硬件、软件可信，确保设备特定信息的存储、计算、访问可信。
- 30 - 在存储和计算资源受限情况下的接入网设备需满足轻量化可信能力要求。

可选地，（如果）卫星作为终端直连接入的一种模式，则卫星的相应接入功能部分应同样满足上述要求，在具体协议和实现时需向卫星通信协议栈迁移。其他非陆地通信接入网应满足相同需求。

35 • 核心网

- 具有参与可信协商的能力，在不同场景下采用不同力度的可信协商决策。对于涉及全网的需要统一分析和决策的，核心网具有完全的控制权和决策权；对于非边缘个性化的，以及公共陆地移动网（public land mobile network, PLMN）间交互的需审计信息，核心网具有全集备案权；对于边缘子网间需交互访问的可信服务，核心网具有访问调度权。

- 具有完整的可信能力，包括信息和空间安全、隐私保护和韧性这三个特征中适用于核心网的所有功能。可信功能满足具体细粒度功能定义中的所有属性。

- 具有在核心网边界开放假设前提下的自身可信性。包括硬件、软件可信，确保设备特定信息的存储、计算、访问的可信。

5 • 管理网

- 遵循运营方设定的集中授权访问控制机制，严格执行高安全等级要求的对网络的安全配置、更新和访问。

- 具有中央、边缘模式下的分级可信授权能力，匹配不同访问权限、报备和决策级别等要求，建立快速安全管理决策通道。

10 17.2.3、Decoupled Trust（可信解耦）

通信网安全技术是通信网和安全交叉学科技术。从 3GPP 标准化角度看，通信网安全能力一直与其他网络能力强耦合，安全消息嵌入在控制面消息中，如接入鉴权和密钥协商嵌入在用户注册流程，终端侧安全能力上报嵌入在终端能力上报集合中，私网认证嵌入在私网接入流程中等。安全与通信能力的强耦合保证了对网络资源的节省利用，通信的建立和安全的建立并举。

15 由于众多因素，当通信网技术和安全技术强耦合时，在事实上造成了通信主导、安全辅助的局面，安全能力在通信网中的发展因此面临着多方面的限制。例如，由于安全协议与其他协议强耦合，对安全协议的修改往往涉及流程中多个网络功能，对网络功能提出修改要求时，安全改造的必要性很难客观描述，除非业界已明确发现其脆弱性。当网络脆弱性被利用，攻击即将或已经发生时，因不同网络功能中嵌入的安全能力各不相同，快速升级安全能力已不可能。

20 建立通信网安全标准的初衷是为通信网量身定制高效安全服务，在风险识别、转移和消除等方面较通用安全服务更加灵活，所以安全能力本身需要不断演进。但强耦合关系使得安全能力的演进受限，无法达成初衷，甚至将上一代际的安全风险继续携带至后面的代际网络，影响前后至少两代的网络安全，降维攻击难以根除。

25 需要有一种方法解决安全技术既要深度服务于通信网，又要独立于通信网持续演进的矛盾。本申请考虑采用安全能力与网络能力解耦的方法，解决上述矛盾。从安全扩展到可信，则考虑采用可信与网络能力解耦的方法，为可信能力不断演进、始终具有先进性提供可能。

30 • 可信能力包括 Engine、Gear、CI（credential infrastructure）三部分。Gear、Engine 两部分共同执行实现可信能力；CI 为 Engine、Gear 执行提供所需的 Credentials（信任状）及其相关安全素材（security materials），如对称与非对称密钥的全生命周期管理、密钥与身份（用户、业务或会话等不同粒度）的绑定管理等。

• Gear 是网络可信能力的协商、执行和自我演进单元。

35 - Gear 内的 enabler 使能模块。

可信存储环境、基础密码、区块链和可信度量是现阶段的使能模块。1）可信存储环境保证可信根和高安全等级数据及功能逻辑的安全存储；2）基础密码使能模块包括对称、非对称、哈希以及相应协议的原子化实现，并具有可扩展性；3）区块链使能模块执行交易共识、链接通信以及智能合约，并具有能力开放特征，供定制方通过调用使能模块组建面

向具体业务逻辑的业务区块链,如分布式公钥基础设施(distributed public key infrastructure, DPKI)链、身份管理(identity management, IDM)链、网络行为记录链;4)度量使能模块提供基于度量+比对模式的可信性度量功能。这一功能依托于可信存储环境中的可信根、可信启动和执行逻辑,根据不同的可信度量触发时机启动工作。其可以将度量值、度量判定结果直接递交给运营方、用户方,以及需要此信息的应用方或第三方,也可以采用区块链实现这些信息的共识存储,还可以采用集中方式进行存储和授权访问;5)可能新增的任何可信使能模块。

- Gear 应具备支持模块新增的热插拔能力,确保可信使能模块的全面性、可更新性。

10 - TruA(trustworthiness association)功能。Gear 通过与通信对端进行可信能力协商实现可信联盟。TruA 中具有该装备在特定可信协商过程中可能用到的所有能力格式和参数,是 Gear 面向外部的唯一通道。

- Mana_G(management_gear)功能,提供 Gear 内部的管理功能,包括 Gear 属性、升级与模块热插拔管理、监控、警告等。

15 - FPoint_G(flowpoint_gear),调动点提供 Gear 内各模块之间的队列调度功能,确保 Gear 内功能间互访的正确顺序。

- Engine,是网络可信能力的中央决策和管理调度单元。负责制定和向通信方发送基础性安全策略,以及执行建立、维护、更新等安全管理功能。

20 - Strategy 功能,是指利用网络行为数据进行分析进而制定安全策略(security policy)的能力。行为信息搜集后可由 6G 网自身的 AI 能力进行分析和输出策略,也可以集成第三方专业服务能力,将行为数据去隐私后交由第三方进行分析和输出策略,或将第三方服务模块(如 Defense solution)嵌入到 Engine 中来,内化为 Engine 的一部分。Engine 输出的可信策略通过 Task translator 进行输出。

25 - LA(ledger anchor)功能,与网络管理面安全管理功能不同,其用于在线创建和管理业务流程相关的信任连接,服务于共识模式下的基于区块链创建的业务,包括区块链创建、多链通信等。

- FPoint_E(FlowPoint_Engine)功能,调度点提供 Engine 内各功能执行模块之间的队列调度功能,确保引擎内功能间互访的正确顺序。

Task Translator 功能,是 Engine 与外部网络功能的通信接口,负责接收来自管理功能或其他网络功能的任务,并进行翻译、顺序任务流分解,交由与 FPoint_E 执行。

30 - CI(Credential Infrastructure)独立于 Gear 和 Engine,包括基于对称和基于非对称两类密钥基础设施,包括密钥的生成、存储和派发,证书或其他信任状的生成、签发和管理等,供 Gear 和 Engine 采用。

- 可信能力对外接口标准化,可信能力提供标准化的被调用接口。接口应在满足网络统一的能力调用界面要求下,扩展支持对可信能力的调用。

35 - 可信能力内部功能完备性和可生长性,可信能力内部各 enabler/功能可按需插入、激活、更新或删除。例如,当业务仅需要 6G 区块链服务时, Gear 仅提供 6G 区块链节点能力,即具有统一可信协议和接口的 6G 区块链节点,表达区块链为满足 6G 统一通信协议的区块链。

17.2.4、6G 可信即服务

17.2.4.1、6G 区块链服务

6G 区块链 (blockchain, BC) 是一种基于 6G 端到端网络基础设施动态构建的、服务于 6G 业务需求、通过执行 6G 统一的协议栈和通信协议, 依据 6G 网络特征灵活部署, 利用密码学算法建立的分布式账本, 支持多种链结构、块结构和共识算法, 是 6G 可信即服务的能力之一。

区块链使能模块执行交易共识、链接通信以及智能合约, 并具有能力开放特征, 供定制方通过调用使能模块组建面向具体业务逻辑的业务区块链, 如 DPKI 链、IDM 链、网络行为记录链等。具体 6G 区块链具有以下特征:

- 将 6G 通信网作为区块链平台的底层基础设施, 6G BC 分为逻辑管理功能 LA 和使能实体 BC enabler。LA 执行区块链的管理功能、BC enabler 的注册管理、链的创建、BC enabler 的激活等。BC enabler 承载于通信网各个实体中, 各实体可选择具有不同种能力的 BC enabler 功能, BC enabler 也可以作为独立节点部署于通信网。

- 通信网 6G BC 服务于 6G 业务, 基于 6G BC 为上层业务提供安全的互信互享平台, LA 接受来自于管理面或其他业务的创建区块链的需求, 通过对需求的解析选择部署区块链的 BC enabler 及相应的能力, 通过激活和配置 BC enabler 完成服务于业务的链的创建。

17.2.4.2、6G 远程证明服务

可信能力包括可信远程证明和度量的能力, 使得可信度量技术与 6G 网络相结合, 同时将传统的单点度量和直接远程度量扩展为网络度量和可信度量服务, 同时在通信网中包括对于设备的安全度量, 将安全可信从身份认证扩展到设备可信。

度量使能模块提供基于度量+比对模式的可信性度量功能。这一功能依托于可信存储环境中的可信根、可信启动和执行逻辑, 根据不同的可信度量触发时机启动工作。其可以将度量值、度量判定结果直接递交给运营方、用户方, 以及需要此信息的应用方或第三方。也可以采用区块链实现这些信息的共识存储, 还可以采用集中方式进行存储和授权访问。度量服务提供为通信网实体提供度量的服务, 通信网实体通过度量服务进行对对端通信节点的度量, 无需与每一个通信对端建立点到点的可信度量流程。

18、E2E 流程演绎。

18.1、连接流程演绎

18.1.1、初始接入

图 154 为 E2E 初始接入流程的示意图。详细流程如下:

- 1、处于连接管理空闲态 (connection management-idle, CM-idle) 态的 UE 向 cNode 发送 RRC 建立请求消息 (RRCsetupReq), 该 RRC 建立请求消息用于请求建立 RRC 连接。

- 2、cNode 向 UE 返回 RRC 建立响应消息 (RRCsetupRes)。

- 2a、UE 向 cNode 发送 RRC 建立完成消息 (RRCsetupComp)

- 2 和 2a, cNode 完成了 TRC 建立过程, UE 进入 CM connected 态。

- 3、在 trcsetupcomplete 中带有 piggyback 的 UE 的第一个 NAS 消息 (如图中的初始 UE 消息, initial UE message) 发送给 NAF。

- 3b、NAF 基于 UE 初始消息, 为 UE 分配 (relocate) 对应的 CF-C。

- 4/4a/5/5a、在 UE 和 CF-C 之间可以交换其他 NAS 消息。

例如, 步骤 4, NAF 和 cNode 进行下行链路 (downlink, DL) NAS 消息传输; 步骤 4a,

cNode 向 UE 进行 DL 信息传输（即 DL Info Transfer）；步骤 5，UE 向 cNode 进行上行链路（uplink, UL）信息传输（即 UL Info Transfer）；步骤 5a，cNode 向 CF-C 进行 UL NAS 传输（即 UL NAS transport）。

- 5 6、CF-C 准备 UE 上下文数据（包括 PDU 会话上下文，安全密钥，UE 无线电功能和 UE 安全功能等），并向 cNode 发送初始上下文建立请求消息（initial context setup request）。

7、cNode 完成对 UE 的安全性配置（security configuration）。

8、cNode 对 UE 完成 RRC 重配置（RRC reconfiguration）。

9、cNode 向 CF-C 发送初始上下文建立响应（即 initial context setup response）。

通过步骤 6~9，完成 UE 的初始上下文建立。

- 10 9a、cNode 向 CF-C 通知 sNode 的地址（sNode address notification）。

10、cNode 向 sNode（具体为 cNode 选择的为 UE 提供服务的 sNode，简称为服务 sNode）发送选择结果（即哪个 sNode 服务该 UE）。

11、cNode 将该 UE 上下文传递给对应 sNode（即服务 sNode），即 UE 上下文更新（UE context update）。

- 15 12/13、sNode 与 CF-U 建立 UE 的 PDU 会话，并进行数据传输。

后续，若 cNode 针对 UE 的上下文改变、则周期性或事件性通知对应 sNode（即服务 sNode），如图 154 中的另一个步骤 11，即 UE 上下文更新。

18.1.2、网络侧发起的业务请求流程（Paging）。

图 155 为网络侧发起的业务请求流程的示意图。详细流程如下：

- 20 A：CF（具体为 CF 中的 CN UP）接收下行数据并缓存该下行数据。CF 基于 UE 的状态，判断执行步骤 B 还是步骤 C。

B：CF 基于 UE 的 CM 状态判断是向 NAF（对应 5G 中的 UAM）发送寻呼请求，还是建立用户面连接消息。

- 25 C：如果 UE 处于 CM-idle 态，则 CF-C 需要寻呼 UE。CF-C 将寻呼请求通过 NAF 发送到 RAN，再由 RAN 寻呼 UE。其中，NAF 通过 N2 请求消息转发对 UE 的寻呼。UE 收到寻呼消息后，向网络发送业务请求流程。

注意：如果为本申请提出的连接架构 1，则这里的 RAN 为 cNode；若为本申请提出的连接架构 2，则这里的 RAN 为 sNode。

- 30 D：如果 UE 处于 CM-connected 态，则不需要寻呼 UE，CF 只需要将 PDU 会话信息转发到 cNode，cNode 选择对应 sNode，并为用户建立用户面。后续，UE 可以向网络发起业务请求流程。

18.1.3、数据收发流程。

图 156 为数据收发流程示意图。

- 35 1、UE 向 cNode 发送上行控制信息（uplink control information, UCI）或媒体接入控制-控制单元（medium access control-control element, MAC CE）请求。

2、cNode（具体为 cNode 的 CP）将 UE 的上下文需求转发给 sNode。

3, 4a, 4b、cNode 为该 UE 分配通信资源、将调度上下文发送给 sNode，并对 UE 进行上行调度。其中，调度上下文中携带调度时间的信息。

5、UE 向 sNode 进行上行数据发送，sNode 在对应的调度时间进行数据接收和解调，

并将数据解调结果肯定应答(acknowledgement, ACK)/否定应答(negative acknowledgement, NACK) 反馈给 cNode。

步骤 3~5c 为 UE 的上行数据的初传。

可选地, 6, 7a, 7b、cNode 根据 ACK/NACK 反馈结果, 决定是否进行重传资源分配。

- 5 若需要重传, cNode 为 UE 分配用于重传的通信资源、将调度上下文通知给 sNode, 并对 UE 进行上行调度。

8a 和 8b、UE 进行上行数据重传, sNode 接收数据并解调。

9、sNode 将 UE 的上行数据转发到 CF-U。

步骤 6~9 为 UE 的上行数据的一次重传。

10 18.2、任务流程演绎

图 157 为任务下发流程的一个示意图, 任务从 CN 到 RAN。

1、任务锚点 TA 接收服务 workflow 请求。

- 15 可选地, 服务 workflow 请求可以由 UE (如 1a)、NAMO (如 1b)、CPF (如 1c) 或第三方 AF (如 1d) 向 TA 发起。第三方 AF 可以通过网络开放功能(network exposure function, NEF) 向运营商网络侧发起请求, NEF 将任务下发请求发送给任务管理功能 TA。其中 TA 作为 TCF 的逻辑功能, NEF 与 TCF 可以集中部署于 NAF 中。

2, 3、TA 基于任务的内容, 分别向 DSF 和 CA 发送数据请求与算力请求。CF 中的连接管理相关功能与 CA 联合执行算力与连接的资源管理。

4、TA 向任务相关的 UE 所属的 CF 传递 AF 的任务配置下发请求。

- 20 5、CF 基于 AF 的任务配置下发请求与对应的目标 UE 建立任务相关的连接。

6、CF 与 UE 建立任务连接后, TCF 作为 TA 向 TA (cNode) 发送任务配置请求。

可选地, TCF 与 cNode 可以有直连接口, 或无直连接口 (通过 CF 进行消息转发, 或通过 TCF+sNode 转发), 分别如 6a-1 和 6a-2。

- 25 7, 8、cNode 在接受 TCF 的任务后, 进行任务分解并进一步下发给 TE (sNode 和/或 UE)。

9、UE 和 RAN 基于是否执行任务通过 CF 向服务 workflow 发起节点 (UE、NAMO、CPF 或 AF) 发送服务 workflow 请求的反馈消息。应理解, 9a~9d 分别是对应 1a~1d 的反馈。

图 158 为任务下发流程的另一个示意图, 具体为 RAN 之间的任务下发流程。

1、任务锚点 TA 接收服务 workflow 请求。

- 30 可选地, 服务 workflow 请求可以由 UE、NAMO、CPF 或第三方 AF 向 TA 发起。第三方 AF 可以通过 NEF 向运营商网络侧发起请求, NEF 将任务下发请求发送给任务管理功能 TA。其中 TA 作为 cNode 的逻辑功能。

2, 3、TA (对应 cNode2) 基于任务的内容, 向周边请求进行任务协同。例如, cNode2 向 cNode1 请求进行任务协同。

- 35 4、cNode (如 cNode1) 评估是否接受该协同任务, 若接受则可以向其下的 sNode 和/或 UE 下发协同任务分解后的子任务。

可选地, cNode 对 UE 的配置, 可以直接配置给 UE, 如方式 1, 也可通过 sNode 中转给 UE, 如方式 2。

5、cNode1 向 cNode2 反馈任务协同结果。

6、TE (UE 和 sNode) 向 TA (cNode1) 反馈任务执行结果。

7、将各 TE 的子任务执行结果进行汇总。

8、cNode1 将汇总后的任务执行结果反馈给 cNode2。

9、cNode2 将服务 workflow 执行结果反馈给触发源。

5 以上描述了本申请实施例的方法实施例，下面对相应的装置实施例进行介绍。

为了实现本申请实施例中的通信装置 (例如 cNode、sNode 或 UE 等) 的各功能，各通信装置均可以通过硬件结构、软件模块、或硬件结构加软件模块的形式来实现相应功能。

参见图 159，图 159 为本申请提供的通信装置 1000。

10 如图 159，通信装置 1000 包括处理模块 1001 和通信模块 1002。该通信装置 1000 可以是终端设备，也可以是应用于终端设备、能够实现终端设备的相应功能的装置，例如，芯片、芯片系统或电路。或者，该通信装置 1000 可以是网络设备，也可以是应用于网络设备、能够实现网络设备的相应功能的装置，例如芯片、芯片系统或电路。示例性地，该网络设备可以为本申请方法实施例中的簇控制节点(cNode)和/或业务服务节点(sNode)。

15 其中，通信模块也可以称为收发模块、收发器、收发机、或收发装置等。处理模块也可以称为处理器，处理单板，处理单元、或处理装置等。可选的，通信模块用于执行任一方法实施例中终端设备或网络设备的发送操作和接收操作，可以将通信模块中用于实现接收功能的器件视为接收单元，将通信模块中用于实现发送功能的器件视为发送单元，即通信模块包括接收单元和发送单元。

20 此外需要说明的是，前述通信模块和/或处理模块可通过虚拟模块实现，例如处理模块可通过软件功能单元或虚拟装置实现，通信模块可以通过软件功能或虚拟装置实现。或者，处理模块或通信模块也可以通过实体装置实现，例如若该装置采用芯片/硬件电路实现，所述通信模块可以是输入输出电路和/或通信接口，执行输入操作 (对应前述接收操作)、输出操作 (对应前述发送操作)；处理模块为集成电路或逻辑电路等。

25 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，另外，在本申请各个示例中的各功能模块可以集成在一个模块中，也可以是单独物理存在，也可以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，或者硬件和软件结合的功能模块，不作限定。

参见图 160，本申请还提供一种通信装置 1100。

30 可选地，该通信装置 1100 可以是芯片或者芯片系统。可选的，在本申请中芯片系统可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件。

通信装置 1100 可用于实现前述示例描述的通信系统中任一网元 (例如，终端、cNode、sNode 等) 的功能。通信装置 1100 可以包括至少一个处理器 1110。可选的，该处理器 1110 (或处理装置) 与存储器耦合，存储器可以位于该通信装置之内，或，存储器可以和处理器集成在一起，或，存储器也可以位于该通信装置之外。例如，通信装置 1100 还可以包括至少一个存储器 1120。存储器 1120 保存实施上述任一示例中必要计算机程序、指令和/或数据、以及上述相应网元 (例如，终端、cNode、sNode 等) 的协议栈等；处理器 1110 可能执行存储器 1120 中存储的计算机程序、指令和/或数据、协议栈等，以完成上述任一实施例中的任一网元 (例如，cNode/sNode、UE 等) 的相应功能。

通信装置 1100 中还可以包括通信接口 1130，通信装置 1100 可以通过通信接口 1130 和其它设备进行信息交互。示例性的，所述通信接口 1130 可以是收发器、电路、总线、模块、管脚或其它类型的通信接口。当该通信装置 1100 为芯片类的装置或者电路时，该装置 1100 中的通信接口 1130 也可以是输入/输出电路，可以输入信息（或称，接收信息）和/或输出信息（或称，发送信息），处理器可以为集成电路或逻辑电路等，处理器可以根据输入信息确定输出信息。

本申请中的耦合是装置、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 1110 可能和存储器 1120、通信接口 1130 协同操作。本申请中不限定上述处理器 1110、存储器 1120 以及通信接口 1130 之间的具体连接介质。

可选的，所述处理器 1110、所述存储器 1120 以及所述通信接口 1130 之间通过总线 1140 相互连接。为便于表示，图 160 中仅用一条线表示，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，可以实现或者执行本申请中的公开的各方法、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。

在本申请中，存储器可以是非易失性存储器，比如硬盘（hard disk drive, HDD）或固态硬盘（solid-state drive, SSD）等，还可以是易失性存储器（volatile memory），例如随机存取存储器（random-access memory, RAM）。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期望的程序代码并能够由计算机存取的任何其他介质，但不限于此。本申请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。

此外，本申请还提供一种终端装置，包括控制面协议栈和数据面协议栈，

所述控制面协议栈包括如下之一：

所述控制面协议栈包括第一子层，所述第一子层支持第一功能的控制信令的传输，所述第一功能包括计算、数据、智能和可信中的一项或多项；或者，

所述控制面协议栈包括第一子层，所述第一子层支持第一功能的控制信令的传输以及路由功能，所述第一功能包括计算、数据、智能和可信中的一项或多项；

以及，所述第一功能的所述数据面协议栈支持任意路由的机制。

此外，本申请提供一种通信装置，包括至少一个处理器，所述至少一个处理器与至少一个存储器耦合，所述至少一个处理器用于执行所述至少一个存储器中存储的计算机程序或指令，以使所述通信装置具有上述任一实施例中的 RAN 装置（或者说基站、接入网设备、AN 设备等）或终端装置的功能。

本申请还提供一种芯片，包括处理器和通信接口，所述通信接口用于接收待处理的信息和/或数据，并将所述待处理的信息和/或数据发送至所述处理器，所述处理器用于对所接收的待处理的信息和/或数据进行处理，使得安装所述芯片的通信装置具有如上述任一实施例中的 RAN 装置或终端装置的功能。

本申请还提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有计算机指令，当计算机指令在计算机上运行时，使得如上述任一实施例中的 RAN 装置或终端装置的功能被实现。

5 本申请还提供一种计算机程序产品，所述计算机程序产品包括计算机程序代码，当所述计算机程序代码在计算机上运行时，使得上述任一实施例中的 RAN 装置或终端装置的功能被实现。

本申请还提供一种无线通信系统，包括上述任一实施例中所描述的 RAN 装置。可选地，还包括上述任一实施例中的终端装置。

10 示例性地，上述装置实施例中的 RAN 装置可以包括本申请实施例中的 cNode 和/或 sNode，或者具有 cNode 和/或 sNode 的相应功能的模块/器件/装置/单元等。

本申请提供的技术方案可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序指令时，全部或部分地产生按照本申请所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、15 计算机网络、终端设备、接入网设备或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如同轴电缆、光纤、数字用户线（digital subscriber line, DSL））或无线（例如红外、无线、微波等）方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读20 存储介质可以是计算机可以存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质（例如，软盘、硬盘、磁带）、光介质（例如，数字视频光盘（digital video disc, DVD））、或者半导体介质等。

在本申请中，在无逻辑矛盾的前提下，各示例之间可以相互引用，例如方法实施例之间的方法和/或术语可以相互引用，例如装置实施例之间的功能和/或术语可以相互引用，25 例如装置示例和方法示例之间的功能和/或术语可以相互引用。

在本申请实施例的描述中，除非另有说明，“多个”是指两个或两个以上。“至少一项(个)”或其类似表达，是指的这些项中的任意组合，包括单项（个）或复数项（个）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-b，a-c，b-c，或 a-b-c，其中 a，b，c 可以是单个，也可以是多个。

30 另外，在本申请实施例中，“示例性地”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说明。

本申请实施例中被描述为“示例性地”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其它实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言，使用“示例性的”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念，便于理解。

35 在本申请实施例的描述中，除非另有说明，“/”表示前后关联的对象是一种“或”的关系，例如，A/B 可以表示 A 或 B；本申请中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况，其中 A，B 可以是单数或者复数。

在本申请的各种实施例中，上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各

过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不应对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

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仅是示意性的，例如，所述单元的划分，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，例如多个单元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。另一点，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，可以是电性，机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。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部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）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. 一种无线接入网 RAN 架构，其特征在于，部署于无线接入网 RAN，包括簇控制节点和业务服务节点；
- 5 所述簇控制节点，用于提供多个所述业务服务节点的区域级集中协同功能，以及跨区域的所述簇控制节点之间的协同功能；
 所述业务服务节点，用于提供任务的调度和执行的功能。
2. 如权利要求 1 所述的 RAN 架构，其特征在于，所述簇控制节点在空口上提供连接的控制面功能，所述业务服务节点在空口上提供连接的用户面功能；或者，
- 10 所述簇控制节点在空口上不提供连接的功能，所述业务服务节点在空口上提供连接的控制面功能和用户面功能。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的 RAN 架构，其特征在于，所述 RAN 架构为基于非服务化架构 SBA 的架构；
 所述基于非 SBA 的架构包括：
- 15 所述簇控制节点和所述业务服务节点之间通过 Y1 接口互相连接；
 所述簇控制节点和其它所述簇控制节点之间通过 Y2 接口互相连接；
 所述业务服务节点之间通过 Y3 接口互连连接。
4. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的 RAN 架构，其特征在于，所述簇控制节点通过如下一种或多种接口和核心网连接：
- 20 通过 T2 接口与所述核心网的任务控制功能 TCF、任务处理功能 TPF 连接；
 通过 T3 接口和所述核心网的网络接入功能 NAF 连接；
 通过 T4 接口和所述核心网的连接功能控制面 CF-C 连接。
5. 如权利要求 1 至 4 中任一项所述的 RAN 架构，其特征在于，所述业务服务节点通过如下一种或多种接口和核心网连接：
- 25 通过 T5 接口和所述核心网的网络接入功能 NAF 连接；
 通过 T6 接口和所述核心网的连接功能控制面 CF-C 连接；
 通过 T7 接口和所述核心网的连接功能用户面 CF-U 连接。
6. 如权利要求 1 或 2 所述的 RAN 架构，其特征在于，所述 RAN 架构为基于 SBA 的架构；
- 30 所述基于 SBA 的架构，包括：
 所述簇控制节点提供第一服务化接口（S-c）；
 所述业务服务节点提供第二服务化接口（S-s）；
 所述第一服务化接口和所述第二服务化接口连接到所述 RAN 的服务总线。
7. 如权利要求 3 至 5 中任一项所述的 RAN 架构，其特征在于，所述 RAN 架构包括
- 35 如下之一的连接架构：
 第一连接架构，所述第一连接架构的空口的控制面 CP 和用户面 UP 分离，所述簇控制节点具有连接的 CP 功能，所述业务服务节点具有连接的 UP 功能；或者，
 第二连接架构，所述第二连接架构的空口的 CP 和 UP 不分离，所述簇控制节点不提

供连接的功能，所述业务服务节点提供连接的 CP 功能和 UP 功能。

8. 如权利要求 6 所述的 RAN 架构，其特征在于，所述 RAN 架构包括第三连接架构，所述第三连接架构的空口的 CP 和 UP 分离；

5 所述簇控制节点提供所述第一服务化接口，所述第一服务化接口用于核心网网元的调用，以传输连接的控制面信令，所述第一服务化接口还用于其它所述簇控制节点的调用，以提供移动性信令功能；

10 所述业务服务节点提供所述第二服务化接口，所述第二服务化接口用于核心网网元的调用，以传输用户面数据，所述第二服务化接口还用于其它所述业务服务节点的调用，以提供移动性数据转发功能，其中，所述业务服务节点之间的数据转发由所述簇控制节点控制。

9. 如权利要求 6 所述的 RAN 架构，其特征在于，所述 RAN 架构包括第四连接架构，所述第四连接架构的空口的 CP 和 UP 不分离；

所述业务服务节点提供所述第二服务化接口，所述第二服务化接口用于核心网网元的调用，以传输连接的控制面信令和用户面数据；

15 所述第二服务化接口还用于其它的业务服务节点的调用，以提供移动性信令交互和数据转发功能。

10. 如权利要求 3 至 5 中任一项所述的 RAN 架构，其特征在于，所述 RAN 架构为针对第一功能的任务架构，所述第一功能包括计算、数据、智能和可信中的一项或多项；

所述任务架构包括：

20 所述簇控制节点，用于提供所述第一功能的控制面功能和数据处理功能；

所述业务服务节点，用于提供所述第一功能的部分控制面功能和用户面功能，所述用户面功能包括任务调度 TS 和任务执行 TE；

25 其中，所述簇控制节点和所述业务服务节点通过所述 Y1 接口进行任务的管理，所述簇控制节点之间通过所述 Y2 接口进行任务的协商，所述簇控制节点和核心网网元通过 T2 接口进行网络域间的任务协商，所述业务服务节点之间通过所述 Y3 接口进行所述 TE 间的任务信令或任务数据交互。

11. 如权利要求 6 所述的 RAN 架构，其特征在于，所述 RAN 架构为针对第一功能的任务架构，所述第一功能包括计算、数据、智能和可信中的一项或多项；

所述任务架构包括：

30 所述簇控制节点提供所述第一服务化接口，用于跨网络域的任务协商信令以及任务数据的传输；所述第一服务化接口，还用于其它所述簇控制节点的调用，以用于跨区域的任务协商信令以及任务数据的传输；

35 所述业务服务节点提供所述第二服务化接口，用于所述簇控制节点对所述业务服务节点的任务控制信令交互和任务数据传输；所述第二服务化接口，还用于其它所述业务服务节点的调用，以用于所述业务服务节点之间的任务数据传输。

12. 如权利要求 3 至 5 中任一项所述的 RAN 架构，其特征在于，所述 RAN 架构还包括可信引擎 TWE 和可信装置 TWG，所述簇控制节点包括所述 TWE 和所述 TWG，所述业务服务节点包括所述 TWG，

其中，所述 TWE 用于为网络提供可信面的全局决策和管理信息，并为所述 TWG 提

供可信策略输入、激活并管理可信服务;

所述 TWG 用于接收所述 TWE 的配置和管理, 以执行可信能力。

13. 如权利要求 6 所述的 RAN 架构, 其特征在于, 所述 RAN 架构还包括可信使能功能 TEF 和可信装置功能 TGF, 所述 TEF 和所述 TGF 分别独立挂载在所述 RAN 的服务总线上;

所述 TEF 用于为网络提供可信面的全局决策和管理信息, 并为所述 TGF 提供可信策略输入、激活并管理可信服务; 所述 TGF 接收所述 TEF 的配置和管理, 以执行可信能力;

所述 TEF 提供第三服务化接口 (S-e);

所述 TGF 提供第四服务化接口 (S-g);

- 10 所述第三服务化接口和所述第四服务化接口均提供如下功能中的一项或多项:

可信服务调用、可信信息订阅、可信功能管理。

14. 如权利要求 1-13 中任一项所述的 RAN 架构, 其特征在于, 所述 RAN 支持连接和连接之外的第一功能, 所述第一功能包括计算、数据和智能中的一项或多项;

针对所述连接和所述第一功能的关系, 空口协议栈的设计方式采用如下选项之一:

- 15 选项一: 所述第一功能融合到所述连接的控制面和连接的用户面之中;

选项二: 所述第一功能融合到所述连接的控制面之中形成融合控制面, 保持所述连接的用户面不改变, 并增加针对所述第一功能的独立的任务数据面;

选项三: 针对所述第一功能增加任务控制面和任务数据面, 并保持所述连接的控制面 and 用户面不改变;

- 20 选项四: 针对所述第一功能增加独立的计算面、数据面和智能面, 并保持所述连接的控制面和用户面不改变。

15. 如权利要求 3 至 5 中任一项所述的 RAN 架构, 其特征在于, 所述 Y1 接口包括 Y1 用户面接口 Y1-U 和 Y1 控制面接口 Y1-C;

所述 Y2 接口包括 Y2 用户面接口 Y2-U 和 Y2 控制面接口 Y1-C;

- 25 所述 Y3 接口包括 Y3 用户面接口 Y3-U 和 Y3 控制面接口 Y3-C;

所述簇控制节点和所述核心网之间的 T2 接口包括 T2 用户面接口 T2-U 和 T2 控制面接口 T2-C, 所述 T2-U 为所述簇控制节点和所述核心网的任务处理功能 TPF 之间的接口, 用于任务数据的传输, 所述 T2-C 为所述簇控制节点和所述核心网的任务控制功能 TCF 之间的接口, 用于任务信令的传输;

- 30 所述簇控制节点和所述核心网之间的 T3 接口包括 T3 控制面接口 T3-C, 所述 T3-C 为所述簇控制节点和所述核心网的网络接入功能 NAF 之间的接口, 用于连接信令的传输;

所述簇控制节点和所述核心网之间的 T4 接口还包括 T4 控制面接口 T4-C, 用于传输连接信令或透传任务信令;

- 35 所述业务服务节点和所述核心网之间的 T5 接口还包括 T5 控制面接口 T5-C, 用于传输连接信令或透传任务信令;

所述业务服务节点和所述核心网之间的 T6 接口还包括 T6 控制面接口 T6-C, 用于传输连接信令或透传任务信令;

所述业务服务节点和所述核心网之间的 T7 接口还包括 T7 用户面接口 T7-U, 用于传输连接数据或透传任务数据。

16. 如权利要求 1 至 13 中任一项所述的 RAN 架构, 其特征在于, 所述 RAN 支持连接和连接之外的第一功能, 所述第一功能包括计算、数据和智能中的一项或多项;

端到端的协议栈采用如下选项之一:

选项一: 所述第一功能融合到所述连接的控制面和连接的用户面之中;

5 选项二: 所述第一功能融合到所述连接的控制面之中形成融合控制面, 保持所述连接的用户面不改变, 并增加针对所述第一功能的独立的任务数据面;

选项三: 针对所述第一功能增加任务控制面和任务数据面, 并保持所述连接的控制面和用户面不改变;

10 选项四: 针对所述第一功能增加独立的计算面、数据面和智能面, 并保持所述连接的控制面和用户面不改变。

17. 如权利要求 1 至 16 中任一项所述的 RAN 架构, 其特征在于, 所述空中接口的协议层包括层 2, 所述层 2 包括支持所述第一功能的子层。

18. 如权利要求 17 所述的 RAN 架构, 其特征在于, 所述层 2 包括如下至少一项子层:

15 任务资源调度 TRS 子层;

任务分组数据汇聚协议 T-PDCP 子层;

任务服务数据适配协议 T-SDAP 子层;

其中, 所述 TRS 子层提供所述 RLC 子层的逻辑信道, 所述 T-PDCP 子层提供所述 T-SDAP 子层的无线承载, 所述 T-SDAP 提供核心网的任务和连接的服务质量 QoS 流;

20 任务资源数据 TRD 子层, 所述 TRD 子层包括如下功能的一项或多项: 人工智能 AI 训练、AI 推理和 AI 模型处理、协议模式的解析和本地协作参数、协作模式的流程执行、协作交互信息的收发和处理;

针对任务数据面的任务 PDU 子层, 所述任务 PDU 子层用于终端和所述 RAN、核心网之间的可信业务的数据传输;

25 针对计算面的 RCSP 子层, 所述 RCSP 子层的功能包括内生算力资源寻址、计算数据路由转发、计算会话标识和计算会话优先级;

针对独立数据面的 DFCP 子层, 用于所述独立数据面的控制信令和业务数据处理;

针对独立可信面的 ETP 子层, 用于可信数据包的处理, 所述 EIP 子层的功能还包括加密和解码以及完整性保护和完整性验证;

30 针对独立可信数据面的 TBP 层, 用于终端和所述 RAN、核心网, 或者所述 RAN 和核心网之间的可信业务数据传输。

19. 如权利要求 17 或 18 所述的 RAN 架构, 其特征在于, 所述空中接口的协议层还包括层 3, 层 3 还包括支持所述第一功能的子层。

35 20. 如权利要求 1 至 19 中任一项所述的 RAN 架构, 其特征在于, 所述 RAN 架构还提供可信功能, 所述可信功能与所述 RAN 的其它功能解耦。

21. 如权利要求 1 至 20 中任一项所述的 RAN 架构, 其特征在于, 所述 RAN 架构提供第一功能, 所述 RAN 架构的服务质量 QoS 机制包括针对第一功能的 QoS 机制, 其中, 所述针对第一功能的 QoS 机制包括网络侧的 QoS 机制和终端侧的 QoS 机制, 所述第一功能包括计算、数据、智能和可信中的一项或多项。

22. 一种终端装置，其特征在于，包括控制面协议栈和数据面协议栈，
所述控制面协议栈包括如下之一：
- 5 所述控制面协议栈包括第一子层，所述第一子层支持第一功能的控制信令的传输，所述
第一功能包括计算、数据、智能和可信中的一项或多项；或者，
- 15 所述控制面协议栈包括第一子层，所述第一子层支持第一功能的控制信令的传输以及
路由功能，所述第一功能包括计算、数据、智能和可信中的一项或多项；
以及，所述第一功能的所述数据面协议栈支持任意路由的机制。
23. 一种通信装置，其特征在于，包括至少一个处理器，所述至少一个处理器与至少
一个存储器耦合，所述至少一个处理器用于执行所述至少一个存储器中存储的计算机程序
10 或指令，以使所述通信装置具有如权利要求 1 至 21 中任一项所述的 RAN 架构的功能，或
如权利要求 22 所述的终端装置的功能。
24. 一种芯片，其特征在于，包括处理器和通信接口，所述通信接口用于接收待处理
的信息和/或数据，并将所述待处理的信息和/或数据发送至所述处理器，所述处理器用
于对所述待处理的信息和/或数据进行处理，使得安装所述芯片的通信装置具有如权利要
15 求 1 至 21 中任一项所述的 RAN 架构的功能，或如权利要求 22 所述的终端装置的功能。
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中存储有计算
机指令，当计算机指令在计算机上运行时，使得如权利要求 1 至 21 中任一项所述的 RAN
架构的功能或如权利要求 22 所述的终端装置的功能被实现。
26. 一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品包括计算机程序代码，
20 当所述计算机程序代码在计算机上运行时，使得如权利要求 1 至 21 中任一项所述的 RAN
架构的功能或如权利要求 22 所述的终端装置的功能被实现。
27. 一种无线通信系统，其特征在于，包括如权利要求 1 至 21 中任一项所述的无线
接入网 RAN 架构和/或如权利要求 22 所述的终端装置。