

基于服务化架构的5G核心网消息传递研究

郑 伟

(中国铁路北京局集团有限公司北京通信段, 北京 100038)

摘要: 对 5G 核心网中各个功能实体间的消息传递基本协议进行研究和分析。介绍服务化架构 (Service Based Architecture, SBA) 的基本概念以及实现该架构的服务化接口 (Service Based Interface, SBI), 并对该接口的基本参考模型进行分析。通过对移动通信网络基本需求的分析, 基于 SBA 给出一个简化的 5G 网络基本结构, 阐述该结构基于 SBA 的简单运作机制; 通过举例, 对该架构、接口的实际应用进行描述, 印证移动通信网络消息传递发展 IT 化的大趋势。

关键词: 5G; 核心网; SBA; SBI; 消息; 传输; GSM-R

中图分类号: U285.5

文献标志码: A

文章编号: 1673-4440(2021)07-0054-04

Message Transmission Based on SBA in 5G Core Network

Zheng Wei

(Beijing Communication Department, China Railway Beijing Group Co., Ltd., Beijing 100038, China)

Abstract: This paper studies and analyzes the message transmission protocol in the core network of 5th Generation mobile communication system. First the basic concept of Service Based Architecture (SBA) is introduced, and then Service Based Interface (SBI) is also introduced and the reference model is analyzed. Then a simplified basic 5G network architecture based on SBA is drawn through the analysis of the basic requirements of mobile communication network, and the simple operation mechanism of the structure based on SBA is described. Finally, the practical application of the framework and interface is described by using an example, which confirms the general trend of IT-based development of message transmission in mobile communication network.

Keywords: 5G; core network; SBA; SBI; message; transmission; GSM-R

1 概述

第 5 代移动通信技术 (5G) 已经成为当前热门的移动通信网络发展方向, 其高带宽、低延时等突出特性, 使其成为当今世界推动社会与经济发展、生活方式改变的重要动力。随着国内铁路装备、设施、运维等方面的全面信息化、智能化, 基于 5G 技术标准的

5G-R 系统在国内铁路通信网中将逐步替代 GSM-R, 成为国内铁路专用移动通信系统的主流技术。

与属于第二代移动通信技术 (2G) 的 GSM-R 相比, 5G 在终端、无线网、核心网、传输承载网等方面均发生了巨大变化。其中核心网摒弃了专用设备、专用接口、专用功能、专用平台的传统模式, 采取了信息通信技术 (ICT) 化的思路, 即: 使用

通用性强的计算机服务器加载专用程序方式，形成网络功能（Network Function，NF）逻辑实体，实现网元自身的各种功能；控制平面（Control Panel, CP）与用户业务平面（User Panel, UP）逻辑分离；核心网中不同 NF 间使用计算机行业标准（如 HTTP、OpenAPI 等）传送和处理 CP 消息，实现业务流的控制与管理；NF 逻辑分隔、功能清晰且高度散化，通过统一协议标准互联，单独部署或集中部署均可；可运行在通用平台上或跨平台使用，突破了专用硬件和平台的限制。

2 SBA与SBI

与 GSM-R 核心网网元（如 MSC/VLR、HLR、SCP 等）间主要采用 E1 专用电路、通过时隙互联、使用 NO.7 信令体系传送信令消息完全不同的是，5G 核心网不同 NF 间的控制消息传递，使用 IP 网进行物理承载、以 TCP/IP 协议为基础承载协议，并采用 SBA 理念，应用层通过 HTTP/2 协议传送和处理消息，实现网元逻辑功能。

2.1 SBA

SBA 是 5G 核心网中的关键架构之一，其核心思想是将 3GPP 标准定义的各种网络功能分隔成不同的服务模块或功能模块，以可被灵活部署、应用为目的，以“微服务”的形式将网元功能独立划分，构建核心网。在 SBA 架构的网络中，协议标准定义的各种 NF，都可物理或逻辑独立地被部署在相同或者不同的物理实体，如服务器、集群、服务云等设备中。

通过 SBA 架构的网络逻辑功能切割和互联，5G 网络实现了对不同 NF 的灵活部署、相互耦合和调用，从而实现 5G 的控制与管理功能。

网络运营商在此基础上可提供更为灵活、乃至任意叠加的移动通信业务。

2.2 SBI

支持 SBA 网络功能的 NF 对外提供服务的接口，称为 SBI。SBI 是支持 SBA、对外提供 NF 各种基本功能的协议实现形式，它包含该服务的 IP 地址、端口号、封装格式、加密等基本内容。

5G 核心网间传递消息的 SBI 基本协议模型如图 1 所示。

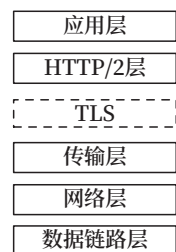


图1 SBI协议栈参考模型

Fig.1 SBI protocol stack reference model

该协议模型中，底层采用 TCP/IP 承载；自 TCP 层以上，采用 HTTP/2 应用层协议进行消息传递，具体应用信息（Application）如消息、文字、数据流等，均包含于 HTTP/2 协议内；考虑消息传送过程的安全性，在消息传送前采用传输层安全协议（Transport Layer Security，TLS）对 HTTP/2 及以上的消息进行加密处理。

其中，HTTP/2 即超文本传输协议 2.0（Hypertext Transfer Protocol 2.0），是目前互联网主流超文本协议（HTTP/1.1）的改进和优化版本，主要增加了客户端与服务端之间的多路数据复用支持、不同请求的优先级支持、服务端推送支持等功能，大大加快数据传送的速度和效率，同时提升了安全性。

5G 核心网主要利用 HTTP/2 的特点进行消息传递，相比 GSM-R 有明显优势：文本数据交互形式的便利性，HTTP/2 的消息内容均为文本形式，直接可读，GSM-R 网络中的消息内容采用二进制格式，必须用信令仪或编解码器进行翻译后才可读；文本数据交互内容的便利性，5G 中的各个 NF 间，可通过 JSON 等形式或标准直接交互字符、数字、数组甚至图片、视频流等数据信息，不像 GSM-R 信令需要进行专门的编解码、且仅支持二进制数据，因此交互和处理数据信息的方式更为多样，效率也更高；利用 TCP 面向连接特性的传送方式更为可靠，NF 间建立通信通道基于面向连接的 TCP/IP 协议，一旦建立连接后，可通过长连接随时发送、接收消息；TCP 协议中丰富的握手、序列校验等机制，与 GSM-R 网络中主要利用 MTP 层的帧序列控

制模式相比,能够保证更高的传送可靠性;HTTP协议中的get、post等基本操作方法,为NF网元之间发送、接收消息,以及消息流的控制等,提供了丰富的控制形式;新增的TLS传输安全子层,同GSM-R核心网中信令消息全部透明传输相比,显著提升了消息传递的信息安全级别。

因此,基于SBA架构的消息和数据传送机制,为5G网络实现网元功能微化、独立化和可靠传递提供了基本条件。

3 基于SBA的5G网络结构

一个典型的独立组网、提供基本安全认证、只提供数据业务、不含切片功能的5G核心网网络,其基于SBI实现的NF主要应包括:接入与移动性管理功能(AMF);会话管理功能(SMF);用户平面功能(UPF);用户数据管理功能(UDM);认证服务功能(AUSF)等。

据此可以搭建一个只包含必要NF功能、简化的5G数据业务网络。

如图2所示,在SBA架构下的各种NF,因其紧扣5G服务定义中的具体化、独立化和结构化等特点,功能实体均被明确切割分离为独立的逻辑软件实体,从而支持灵活的、可伸缩性的部署方式,即各种NF可集中部署在一个云平台乃至一个服务器物理实体上,或者部署在各自独立运行、互联互通的不同服务器物理实体中。各个NF通过SBI协议模型,实现了互相协同配合,通过IP数据网传送消息或数据进行互联互通,从而实现5G核心网的各种功能。

4 SBI接口消息传递实例

4.1 HTTP/2的请求(request)操作

在SBI的基本应用层协议HTTP/2中,定义了丰富的请求类操作类型,主要包括get、post、put、delete、patch、option等,这些操作定义,给NF间交互信息提供了灵活的处理手段,例如post方法向其他NF传送数据,delete方法指示从目标NF中删除数据等。

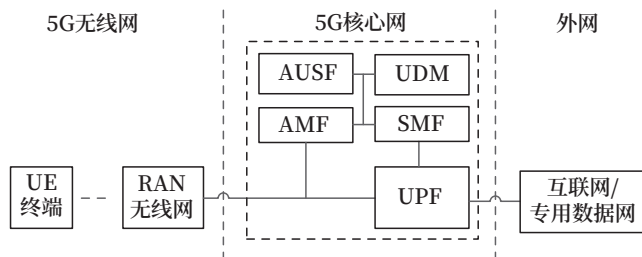


图2 微化服务的简化5G网络示意
Fig.2 Schematic diagram of simplified 5G network for microservice

其中较为常用的典型操作get,主要用于查询消息。例如,通过AMF向EIR查询PEI(IMEI)是否允许接入网络时,AMF向EIR发送的查询请求中就采用get方法,如图3所示。

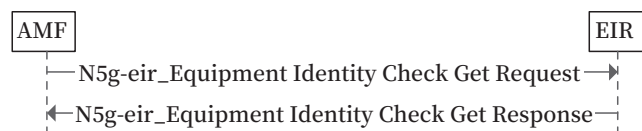


图3 AMF与EIR间基于SBI的信息交互示意
Fig.3 Schematic diagram of information interaction based on SBI between AMF and EIR

该示例中,AMF通过HTTP/2协议中的get方法,向EIR发送“N5g-eir_Equipment Identity Check Get Request”消息,消息中包含发起注册入网终端的PEI(IMEI)号码。

4.2 HTTP/2的响应(response)消息

HTTP/2的响应消息,包括响应状态行、响应头、响应主体3个部分,其中响应状态行中的响应码是关键信息之一。上例中,EIR认证后,将认证结果以“N5g-eir_Equipment Identity Check Get Response”的方式返回给对应的AMF。其中包含正常响应结果的响应码为“200”,表示对应get消息的响应成功,其内容包含在后续响应主题中。

值得一提的是,HTTP/2基本向下兼容了HTTP/1.1。上例中,当出现AMF发送消息的目的NF错误、资源指定错误或配置错误等情况时,AMF要么收不到EIR的任何response消息,要么收到response消息中的错误码为“404”,也就是平时使用浏览器访问不存在的网页资源时,常看到的“网页不存在”类型的错误提示。

可见,HTTP/2就是在充分利用HTTP既有

的超文本传送协议、继承既有 HTTP 消息格式的基础上发展而来的,且该协议基于 SBI 接口实现后,两者共同扩展 HTTP 的应用场景,开发者可以通过 OpenAPI 等规范,方便地获得相关通用开发文档。

5 基于SBI的5G-R核心网结构

当前铁路实际应用需求主要包括:行车控制类业务,如列车控制、无线车次号与调度命令传送等;车辆监测类业务,如晃车、车载设备状态、车辆运行状态监测等;基础设施检测监测业务,如桥隧位移形变、接触网形变与应力、滚石落木监测等;线路监测业务,如震动状态信息、轨道与路基变化等;安全综合类业务,如视频监控、施工安全防护等。

基于上述实际需求,可充分利用 5G 核心网中 SBA 架构的特性,快速构建和部署满足铁路业务实际需求的 5G-R 核心网方案,相关的功能网元设备应主要包括以下几种:基于 SBI 协议的 5G 核心网网元设备,如移动性管理设备 (AMF)、会话管理设备 (SMF)、用户数据管理设备 (AUSF/UDM)、终端位置管理设备 (LMF)、终端识别设备 (EIR)、网络切片控制设备 (NSSF) 等;兼具 SBI 及其他接口协议功能的核心网网元设备,如用户平面接口设备 (UPF)、专用组呼控制设备 (MCx)、非 3GPP 网络接口设备 (N3IWF) 等;兼容既有铁路业务所需的专用网元,如实现移动终端 IP 地址分配与安全认证的 RAIDUS 设备、专用域名服务器 DNS 设备、归属服务器 GROS 设备、GPRS 接口服务器 GRIS 设备等。

6 结论

从以上描述和分析可见,在移动通信系统功能特别是核心网网元功能实体间的消息传送和处理方面,5G 网络通过 SBA 架构以及 HTTP/2 等协议的

设计与应用,摒弃了通信行业传统的二进制编码、点对点传递专用格式消息的理念,以及繁琐地定义消息格式、长度、内容等方法,而是借鉴和引用了计算机程序开发相关的规范和标准,直接采用可读性强的文本式数据结构交互信息,特别适合通信网络信令交互这种少量、多次的数据交换场景,这也正是“ICT 的 IT 化”(信息通信技术的信息化)的一种典型体现。

参考文献

- [1] 张传福. 5G 移动通信系统及关键技术 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2018.
- [2] 刘晓峰, 孙韶辉, 杜忠达. 5G 无线系统设计与国际标准 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2019.
- [3] 邓国知, 杨将, 邓永祁. 基于 5G 的物联网铁路防洪防汛监控系统 [J]. 铁路通信信号工程技术, 2020, 17(3): 59-61.
Deng Guozhi, Yang Jiang, Deng Yongqi. Railway Flood Control and Monitoring System Based on 5G Internet of Things [J]. Railway Signalling & Communication Engineering, 2020, 17(3): 59-61.
- [4] 张建国, 杨东来, 徐恩, 等. 5G NR 物理层规划与设计 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2020.
- [5] 王映民, 孙韶辉. 5G 移动通信系统设计与标准详解 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2020.
- [6] 江林华. 5G 物联网及 NB-IoT 技术详解 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2018.
- [7] 谭仕勇等. 5G 标准之网络架构——构建万物互联的智能世界 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2020.
- [8] 卜向红, 杨爱喜, 古家军. 边缘计算 5G 时代的商业变革与重构 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2019.

(收稿日期: 2020-07-27)

(修回日期: 2021-05-07)